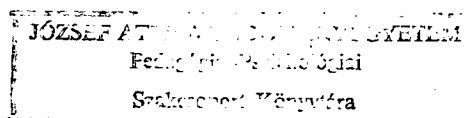


József Attila Tudományegyetem Kisérleti Fizikai Intézete



85/
d

A TANULÓK KUTATÓ-JELLEGŰ FOGLALKOZTATÁSA A GIMNÁZIUMI
FIZIKA SZAKKÖRBEN

Doktori disszertáció

Dr. Vize Lászlóné
Szelei Éva
tanársegéd

Szeged

1968

Tartalomjegyzék

Oldal

Bevezetés	1
I. rész. Történeti áttekintés	
A) <u>A magyar középiskolai fizika szakkörök alakulása keletkezésüktől napjainkig</u>	
1.§. Az 1900-1950-ig terjedő időszak, a szakköri foglalkozások eredete	6
2.§. Az 1950-1959-ig terjedő időszak, a szakköri foglalkozások egységes megszervezése	9
3.§. Az 1959-től napjainkig terjedő időszak, a különböző szakkörtípusok kibontakozása.....	17
B) <u>A történeti áttekintés elemzése a szakköri tagok probléma-megoldó gondolkodtatása és kutató jellegű foglalkoztatása szempontjából .</u>	
4.§. A szakkörök célkitűzésének alakulása ..	28
5.§. A szakkörök feladatrendszerének készí- lésedése	31

6.§. A módszertani és szervezési kérdések fejlődése	34
---	----

II. rész. A szakköri feladatmegoldásokkal és a tanulók kutató jellegű foglalkoztatásával kapcsolatos vizsgálatok

A) Betekintés a jelenlegi működő hazai gimnáziumi fizika szakkörök munkájába. 1955/66. tanév

7.§. Tapasztalatcserék, szakkörlátogatások ...	38
--	----

8.§. Országos felmérés a jelenlegi szakköri gyakorlat felderítésére	45
---	----

9.§. Fizika feladatok önálló megoldásával kapcsolatos felmérés	52
--	----

10.§. A Tolnai Gimnázium 10 évi rádiósköri és laboratóriumi munkája	56
---	----

B) A módszeres fizikai feladatmegoldás a probléma-megoldó gondolkodás szolgálatában

11.§. A probléma-megoldó gondolkodás folyamatáról	57
---	----

12.§. A probléma-megoldás menete fizika feladatok megoldása esetében	65
--	----

13.§. Egy általános iskolai fizika feladatcsoport vizsgálata a gondolkodási műveletek szemszögéből	79
--	----

C) Az általunk szervezett Központi Kisérleti Fizikai Szakkör kétéves munkájának tapasztalatai

14.§. A tanulók kutató-jellegű foglalkoztatásának elvi alapjairól	89
15.§. Fizikai törvény kísérleti úton való feltárásának néhány mozzanata	95
16.§. Valamely fizikai mennyiség meghatározására szolgáló különböző mérési eljárások összehasonlításának néhány szempontja	118
17.§. Csoportos kutatómunka szervezésének néhány kérdése	123
18.§. Csoportmunka mellérendelt munkamegosztásban	147
19.§. A tanulók kutató-jellegű foglalkoztatásának tapasztalatai	157
Összefoglalás	161
Irodalomjegyzék	165
Mellékletek, dokumentációk	
1. Irodalom szakkörvezetőknek	171
2. A szakkörökkel kapcsolatos felmérésben részt vevő iskolák felsorolása	174
3. Az 1964-es, feladatmegoldásra vonatkozó felmérésünk részletes adatai	179
4. Valkusz Pál 1967-ben végzett felmérésének adatai	181
5. A gondolkodási műveletek szempontjából feldolgozott fizikai kérdések és feladatok	183

6. A nehézségi gyorsulás meghatározása különféle módszerekkel (Tanulói pályamunka)	187
---	-----

Bevezetés

"A világ megismerése a világ megváltoztatását célzó gyakorlati tevékenység eredménye" /30; 92.old./ . Ez az emberi megismerésre általában jellemző megállapítás magában hordja a megismerés egyik legjellemzőbb tulajdonságát: az aktivitást. Az iskolai megismerő tevékenységnek, amely sajátos módon ugyan, de magán viseli a megismerés általános törvényszerűségeinek jegyeit, olyannak kell tehát lennie, hogy kibontakoztassa ezt az aktivitást. Éppen ezért modelljéül a tudományos, kutató célu megismerést kell választani. Ha a tanítás-tanulás folyamatában ezt a modellt jól sikerült realizálni, akkor tanulóink egy-egy felmerülő problémára mernek és tudnak indokolt hipotézisekkel válaszolni, új jelenségeket, folyamatokat helyesen elemezni, ezekből helyes következtetéseket levonni, a szóban forgó ismeretláncolat hiányzó elemeit önállóan pótolni és a megszerzett ismereteiket új tárgyak, jelenségek, folyamatok esetében alkotóan alkalmazni. Ezáltal közelebb juthatunk nevelési célkitűzésünk: a sokoldaluan fejlett, alkotó szocialista embertípus kialakításához is.

Ahhoz, hogy a fenti célokat megvalósíthassuk, nem elegendő tehát a tanulók elé tárni azon problémák kész megold-

dásainak rendszerét, amelyek azelőtt az emberek számára megoldatlanok voltak, hanem lehetővé kell tennünk a problémák megoldásának módjára vonatkozó ismeretek rendszerének megismerését, elsajátítását is, mert csak ebben az esetben lesznek képesek ismereteiket új - az iskolás körülményektől eltérő - helyzetekben is alkalmazni. Ilyen "teljesítményképes tudás" megszerzését tűzi ki célul az 1963-ban elkészült új, magyar középiskolai tantervi reform, amelynek "... alapelveit az élet, a társadalmi fejlődés igényeinek-, az ideológiai szükségleteknek megfelelően fogalmazták meg" /4; 45.old./.

A Szovjetunióban a tanítási órák korszerűsítésével kapcsolatban sokat foglalkoztak "a probléma kiindulása oktatás" kérdésével az utóbbi években. Ennek az eljárásnak elmélete eddig is ismert volt, gyakorlati megvalósítása azonban szélesebb körben nem honosodott meg. Lerner és Szkatkin /21/ mutatott rá arra, hogy aktív ismeretszerzési folyamat kibontakoztatására nem alkalmas egyetlen olyan oktatási módszer sem, amely minden esetben kész ismeretekkel dolgozik, és így a reprodukáló gondolkodás keretei között marad. A helyes módszer megválasztásakor arra kell törekedni, hogy az, az ismeretek elsajátítását, a probléma megoldás módjainak birtokbavételét, a gyakorlati ismeretek elsajátítását és kommunista nevelést tegyen lehetővé. A tanulási aktivitás kérdésével kapcsolatos kutatások igazolták, hogy egyetlen módszer nem tudja ezt a feladatot maradéktalanul megvalósí-

tani, csak alkalmasan megválasztott módszer-rendszer. Ilyen lehet pl. a magyarázó-szemléltető-, a probléma-megoldó-, a részleges-kutató- és a kutató módszerek együttes alkalmazása az oktatásban. A felsorolt módszerek közül az első kettő jól ismert és alkalmazott, a részleges-kutató- és a kutató módszer alkalmazása a tanítási gyakorlatban kevésbé, ezért ezt kissé részletezzük.

A részleges-kutató módszer lényege az, hogy a tudományos módszerekkel folyó kutató tevékenység elemeit beleviszük a tanítási folyamat minden szakaszába, tehát a tanulókat bevonjuk hipotézis felállításába, kísérlet kidolgozásába, megfigyelésbe, helyes következtetések levonásába. Ilyen módon megszerzik a tanulók a gyakorlati képességet ahhoz, hogy megismerési eljárásokat átvegyenek, de nem ismerik meg az alapvető megismerési szakaszok összességét, azok ésszerű következetességét, ami önálló alkotó munka végzésére tenné őket alkalmassá. Ehhez vezethet a kutató módszer alkalmazása. Ez a módszer a tanulók önálló gyakorlatára épül, amely lehet valamely mintát követő, mintegy ismétlő jellegű, ill. a megszerzett ismereteket és képességeket kibővíti, a tanuló számára új összefüggés felfedezésére felhasználó, mintegy alkotó jellegű. Ez utóbbi különösen értékes, mert új megismerési feladatok önálló megoldását, ill. valamely ismert probléma új módszerrel történő megoldását teszi lehetővé.

Az említett módszerek hazai vonatkozásban szintén előtérbe kerültek, egyenlőre azonban még csak az élenjáró "ki-

sérletező" tanárok tanítási gyakorlatában. Dolgozatunkban a tanítási órák rendszerén kívül eső, de ezt kiszélesítő szakköri foglalkozások vonatkozásában foglalkozunk a fenti módszerek alkalmazásával, tekintettel arra, hogy azok a szakköri munkában is korszerű, új utakat, lehetőségeket jelentenek és e módszerek alkalmazásával kapcsolatos kísérletekhez szabadabb körülményeket, jobb feltételeket biztosítanak, mint a tanítási óra.

Célunk a részleges kutató- és a kutató módszer alkalmazásával annak vizsgálata, hogy az iskolai ismeretszerzés egyik területén, a szakköri foglalkozásokon hogyan lehetne eredményesebben fejleszteni a tanulók tudását, aktivitását, probléma-felismerő- és probléma-megoldó képességét elméleti és kísérleti vonalon egyaránt.

Dolgozatunk felépítése: Kiindulásul áttekintjük a magyar középiskolai fizika szakkörök alakulását keletkezésétől napjainkig, különös tekintettel a célkitűzés, a feladatrendszer és a módszer kérdéseire. Ezután elemezzük a történeti áttekintést a tanulók probléma-megoldó gondolkodásának- és kutató jellegű foglalkoztatásának fejlesztése szempontjából. Korszerű fizika szakkörök szervezésére vonatkozó kísérleteink irányát meghatározandó, a rendelkezésre álló tényanyag alapján betekintést adunk a jelenlegi hazai szakköri gyakorlatba. A számos működő feladat-megoldó fizika szakkör munkájának továbbfejlesztése érdekében, megkísérreljük összegezni a fizikai feladatmegoldás legfőbb elvi kérdéseit a probléma-

-megoldó gondolkodás jegyében; közölve azokat a kezdeti lépéseket is, amelyeket abban az irányban tettünk, hogy megvizsgáljuk (általánosiskolai szinten) gondolkodási műveletek szempontjából a fizikai feladatok megoldását. Továbbá leírjuk azokat a módszertani kísérleteinket és tapasztalatainkat, amelyeket két év alatt, az általunk szervezett központi kísérletező szakkörben szereztünk. Befejezésül összegezzük a szakköri munka célkitűzéseinek jobb megközelítése érdekében végzett vizsgálataink eredményét.

I. TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

A) A magyar középiskolai fizika szakkörök alakulása keletkezésüktől napjainkig

1.§. Az 1900-1950-ig terjedő időszak, a szakköri foglalkozások eredete

A fizika szakkörök jellegét, módszerét születésük pillanatától kezdve a mindenkori társadalmi szükséglet oktató-nevelő munkára való vetülete szabta meg, ezért áttekintésünk nézőpontjául is ezt választottuk. A fizika szakkörök őseit a századfordulón a legkiválóbb fizikatanárok hívták életre. Pl. 1900-ban Bozóky Endre, aki önként jelentkező tanítványai számára fizika gyakorlatot szervezett /31, II; 200.old./, 1907-ben Mikola Sándor, aki hetenként másfél órás mérőkísérleti órát tartott tanítványainak, amelyen a tanulók 12 munkahelyen "egyfront"-ban kísérleteztek /40; 249.old./. Ekkor jelentkezett először a tanulói kísérletezés igénye, ami többnyire a tanítási órán kívüli fizikai foglalkozásokhoz vezetett. Az 1918-as évi "Tanterv a polgári fiúiskolák számára" már "kifejezetten lehetőséget ad az önkéntesen jelentkező tanulók fizikai laboratóriumi gyakorlataira is, bár azzal a megszorítással, hogy önállóbb magánmunkásságot csak a kiválóbb tehetségű tanulóktól kívánjanak a szaktanárok". /31, II; 204.old./. A Tanácsköztársaság fizikatanítá-

si javaslatában olvashatunk arról, hogy a fizikatanítás eredményessége csak úgy biztosítható, ha a tanítási órákat tanulói gyakorlati foglalkozások követik /31, II; 217. old./ . Sajnos ez csak javaslat maradt, ami nem valósult meg. Az 1924-es tanterv rámutat arra, hogy a tanulók önálló kísérletezése következtében, a fizikai kísérletek minden "titokzatossága" megszűnik. "A tanuló megszokja az önálló ítéletalkotást, kutatóhajlama és találékonysága észrevétlen módon fejlődik, önbizalma növekedik, egyénisége határozottabbá válik" /31, II; 240. old./ . 1927-től kezdve törvényes formában folytak fizikagyakorlatok a középiskolákban. Elsősorban a polgári iskolákban, a munkáltató oktatás jegyében.

1931-ben az Országos Köznevelési Tanács tájékoztatót adott ki a munkáltató fizikatanításról. A középiskolák 8 %-ában megvalósult az "Új iskola mozgalom". A születőben lévő új oktatási rendszer érdekében azonban a didaktika nem sokat tett. Bizonyos formális fokozatokat találunk ugyan Prohászka "Az oktatás elmélete" c. munkájában (probléma kitűzés, munkaeszközök előteremtése, a munka menetének megállapítása, munkaeredmény), ugyanakkor azonban elmarasztalja az új módszert, amely a spontaneitásra épül és kizár minden receptivitást. /23/. Ennek ellenére a hazai fizikatanárok sokat fáradoztak a munkáltató fizikatanítás kibontakoztatása érdekében. A munkaiskola megvalósításának jegyében írta Matzkó Gyula a "Kísérleteztető fizikataní-

tás" /29/ c. könyvét, amelynek Előszavában Kovács János főiskolai fizikatanár ezt írja: "Nem merném divatosnak nevezni az új módszert, mert ebben az időhöz kötöttség árnyalata van; már pedig minden módszertani elvben van valami maradandó. Azt hiszem és sokan azt hiszik, hogy éppen a cselekvés elvéből nagyon sok fog magmaradni" /29; 6.old./ . (Ezeket a gondolatokat több mint három évtized elmultával, az események igazolni látszanak.) A "Kísérleteztető fizikatanításban" különválasztott és beillesztett tanulói kísérletezésről olvashatunk, amelyek közül az első délutáni gyakorló órák tárgyát képezi, a második pedig a tanítási órába illesztett tevékenységet jelenti.

A kísérletezés igényével párosul az első eszközépitések igénye. Ennek a munkának elősegítéséhez készül 1933-ban a "Fizikai gyakorlatok" c. segédkönyv a Tanító- és tanítóképző intézetek számára, utmutatásul fizikai kísérleti eszközök készítésére Csada Imre tollából /9/. Könyvének befejezésében olvashatunk arról, hogy a leírt eszközök nemcsak a kísérleteztető fizikatanítás céljaira, hanem "a kutatómunkára késztető fizikatanításban is" használhatók, "ahol csak a probléma kitűzés más, mint a kísérleteztető fizikatanításban" /9; 61.old./ . Az 1938-as tanterv ismét fokozottan kiemeli a laboratóriumi munkák szükségességét...

Mindezek ellenére Balyi Károly egykori statisztikájából¹ tudjuk, hogy pl. az 1933/34. tanévben a középiskolák

¹ Balyi, K. Statisztika az 1933/34. tanévi középisko-

39,2 %-ában volt fizikai gyakorlat és ezeken a tanulóknak csupán 17,8 %-a vett részt. Mégis, ezek voltak az első lépések abban az irányban, hogy a tanulók cselekvő módon műveljék a fizikát, amit már a kísérleteztető szakköri foglalkozások ósének tekinthetünk. Feltételezésünket erősíti Renner János véleménye, aki éppen arra törekedett, hogy elhatárolja a fizikai gyakorlatot és a szűletőben lévő szakköri foglalkozást, amikor így ír a középiskolai fizika gyakorlatokról: "nem az a rendeltetésük, hogy egyes tehetségesebb, s a fizika iránt különösen érdeklődő tanulók gyakorlati továbbképzésére alkalmat találjanak, hanem az, hogy az egész osztály fizika oktatása gyakorlati irányban, s a tanulók önmunkássága alapján haladjon"².

2. §. Az 1950-1959-ig terjedő időszak, a szakköri foglalkozások egységes megszervezése

A felszabadulás után 1950-ben készült el az új gimnáziumi tanterv; ekkor vált a fizika szakkörök működése is intézményszerűvé. 1951-ben a Közoktatásügyi Minisztérium

lai fizikai gyakorlatokról (Fizikai és Kémiai Didaktikai Lapok, 1934, 34. old.) /23/-ból átvett utalás.

² Renner J. Középiskolai fizikai gyakorlatok Budapest 1932, /23/-ból átvett idézet.

célkitűzése értelmében olyan uton kell elindítani a szakköri tagokat, amelyen haladva "a természet átalakítását, a természet erőinek a termelésbe való bekapcsolását önmaguk el tudják végezni". Ezekben a szavakban sűrítődik az az oktatási és nevelési követelmény, amely ebben az időszakban lép fel a szakköri munka vonatkozásában.

1951-ben jelent meg magyar fordításban Gorjacskin: "A fizikatanítás módszertana" c. könyve /14/, amely a szakköri munka kérdésével is foglalkozik. A szerző véleménye szerint a szakköri munka célja: kiegészíteni és elmélyíteni a fizikai ismereteket, fejleszteni a tanulók önállóságát, kezdeményező-, alkotó- és szervező-képességét, rászoktatni a tanulókat a könyvvel való önálló munkára, elsajátíttatni néhány politechnikai jellegű készséget és elősegíteni az ideológiai-politikai nevelést. Taglalja a szakköri foglalkozások formáit: tanári előadás, -beszélgetés, laboratóriumi formák, filmvetítések, tanulói beszámolók és előadások, szórakoztató fizikai délutánok, faliujság szerkesztés, tanári demonstráció előkészítése. Példákat mutat be a szakköri munkaterv összeállítására, mintegy gondolatébresztőül a szakkörvezető számára. Gorjacskin szerint a munkatervet mindig úgy kell összeállítani, hogy az "elméleti" kérdések iránt érdeklődőket az alkalmazásig, gyakorlatig, a gyakorlati munkák, barkácsolások iránt érdeklődőket pedig az elméletig vezesse el. A szervezés középpontjába az önkéntességet állítja és olyan munkamegosz-

tást, amely biztosítja a képességek, hajlamok megfelelő kibontakoztatását, az önálló munka és alkotókészség ki-
fejlődését, meghatározva ezzel a nevelési feladatokat is,
amelyeket a pontosságra való törekvés-, és a manuális készségek kialakításának követelményével egészít ki. Keveset,
de azt jól... S nem utolsósorban gondol arra is: a szakkör eredményét ne csak egy kis közösség, hanem az egész iskola élvezze előadások, kiállítások, versenyek, faliújságok formájában. Ez a program már a felszabadult, szocialista embert formáló társadalom követelése: az önművelés párosítva az egyén és közösség új kapcsolatának követelményeivel.

Ugyancsak az 1951-es évben általános "Utmutatók" jelentek meg az általános iskolákban, ill. gimnáziumokban szervezendő fizika szakkörök vezetői számára, és útjára indult a "Szakköri füzetek" egész sora. (I. 1.sz. melléklet). Ezek segítségével nyomon követhetjük a módszertani követelmények alakulását és a foglalkozásra javasolt témakörök változatos gazdagságát. A "Fizika szakkörök számára" c. füzetben ezt olvashatjuk: "Az általános iskolai fizika szakkör feladata ... a fizikai látókör kiszélesítése, az általános iskola fizika anyagának kibővítése és gyakorlatba való átültetése" /41; 3.old./. Célja: "Bővíteni a tanulók ismereteit anélkül, hogy a középiskolai anyagot megtanítanánk" /41; 3.old./ felébreszteni a kutatás iránti vágyat, fejleszteni az önálló probléma meglátási készséget. A szakköri foglalkozásoknak megfigyelésekre, kísérletezésre kell épülniök. A felmerülő kérdésekre, problémákra, a jelensé-

gek összefüggéseire, a jelenségekben rejlő törvényszerűségekre maguknak a tanulóknak kell rábukkanniuk.

A Közoktatásügyi Minisztérium 1952-ben adott ki "Utmutatót az általános iskolai, fizikai szakkörök számára" /42/. "A fizika szakkör célkitűzése egyezik a fizikatanítás általános céljával, de ugyanakkor többletet is jelent, mert lehetőséget nyújt a tanult anyag kibővítésére és elmélyítésére, önálló kutatómunka-, megfigyelés- és kísérlet alapján." Ezzel a fizikatanítás színvonalának emelését biztosítja" /42; 3. old./ Az Utmutató e célkitűzés megvalósításának lehetőségeit is felvázolja. A fizikai jelenségek közötti mélyebb kapcsolatok megismerése nemcsak az összefüggő természettudományos világkép kialakításához visz közelebb, hanem a gondolkodás kapcsolatát meglátó, összefüggéseket kereső képességét is növeli. A szakköri foglalkozásokon széles lehetőség nyílik a tárgyi koncentráció megteremtésére, felszínre kerülhet a matematika és fizika kapcsolata, a kémia, földrajz, természetrajz, csillagászat és a fizika kapcsolata. (Pl. Az elektrolízis, csapadék képződés, széljárás, hajszálcsővesség, égítések mozgása, gravitáció jelenségeinek tárgyalása során.) A történeti vonatkozások előtérbe helyezésével egy-egy tudós személye köré (Galilei, Archimedes, Lomonoszov, Faraday, Eötvös) csoportosítva a fizika egyes területeit szintén bővíthetnek a tanulók fizikai ismeretei. A tudományos igazságért harcoló, elveihez hű jellemek megismerésének nevelési szem-

pontból is nagy jelentősége van. Jó szolgálatot tehet a szakköri foglalkozás a politechnikai képzésnek is, amikor a fizika technikai vonatkozásait ismerteti meg a tanulókkal, manuális készségüket fejleszti, különböző mérési módszerekkel ismerteti meg őket. Ugyanakkor gazdag nevelő hatása van a pontosság, önállóság, aktivitás, egyéni munka, kritikai érzék fejlesztése területén is. A szakkörvezetói munkaterv készítéséhez az Utmutató, a már idézett "Fizika szakkörök számára" c. füzet /41/ felhasználását javasolja.

Formáját tekintve a szakkörök két nagy csoportját különbözteti meg az Utmutató: a) elméleti-, b) gyakorlati típusut. Az elméleti szakkör célja a tananyag elmélyítése, amely tanári magyarázat, tanulói kiselőadás, tanulói és tanári kísérletezés útján valósul meg. A gyakorlati szakkör célja eszközkészítés, anyagmegmunkálás, ami lehetővé teszi a szertár bővítését vagy a csoportos kísérletezés felszerelésének elkészítését. Mindkét szakkör típusra egyaránt érvényes azonban, hogy "A szakköri foglalkozásoknak a munkáltatás elvén kell felépülniök" /42; 7. old./, kutató munkára kell inspirálniok. Kiindulási pont mindig a tanítási óra anyaga, ezt bővíti a tanulók saját tapasztalata, időszerű szakirodalom, válaszkeresés a felmerülő új problémákra, fizikai kísérleti eszközök felhasználása. Mindezek megvalósításához a tanár részéről jó szakmai felkészültség szükséges, továbbá a tanulók ismeretanyagának, szellemi képességének alapos ismerete, a munkáltató

módszer világnézeti alapjának, a dialektikus materializmus alapelveinek biztos kezelése. A szakköri munkában nincsenek intézményes megkötöttségek, így a munka alapját a tanulók tudásszomja, aktivitása képezi, a kötetlen, tudásszomjat kielégítő munka pedig feltétlenül biztosítja a megfelelő munkafegyelmet. Az Utmutató példákat ad egy-egy foglalkozás programjának felépítésére is:

a) Elméleti jellegű szakköri foglalkozás programja:

1. A soron lévő tárgykörből kiselőadás.
2. A szakköri tagok birálata tartalmi és formai szempontból, a téma előzetes tanulmányozása és a meghallgatott előadás alapján.
3. A tanár összefoglaló értékelése és kiegészítése.
4. Tanulói kísérletezés.

b) Kísérletező szakköri munka felépítése:

1. Probléma felvetés a tanár részéről.
2. Kísérleti vizsgálat a tanulók részéről.
3. Eredmények összegezése a munkafüzetben.

c) Eszközkészítő szakköri foglalkozás programja lehet:

1. Anyagbeszerzés (pl. hulladékanyag).
2. Probléma felvetés, tervek, rajzok készítése.
3. Eszközkészítés.
4. Eszközsorozat készítése.
5. Szemléltető képek, rajzok gyűjtése.

d) Az önálló kutató munka megszervezése a következőképpen történhet:

1. Könyvek, cikkek olvastatása.
2. Folyóirat figyelő szolgálat szervezése.
3. A tanultak új problémakörben való elhelyezése úgy, hogy az felkeltse a tanulók érdeklődését valamely új tárgykör, új kísérlet iránt.

Bármely munkaszervezés esetén a tanulók munkafüzetet vezetnek, a szakkörvezető tanár pedig feljegyzéseket, naplót vezet a munka menetéről. Az Utmutató felhívja a figyelmet az elmélet és gyakorlat szoros egységének szem előtt tartására. Elméleti téma esetén korszerű szakirodalom alapján mutassuk be a gyakorlati alkalmazást is, és kísérleti témánál is vessünk egy pillantást az elméleti alapra is. A szakköri foglalkozásokon belül szervezett tanulmányi kirándulások (üzemlátogatások), filmvetítés, diapozitívek bemutatása, szertárfejlesztés ugyanezt a célt szolgálják. "A tananyag a szakköri foglalkozásokon megy át a gyakorlatba és itt tudatosodik az elméleti ismeret" /42; 13.old./.

Az Utmutató a szakköri foglalkozás időbeosztására is példát ad, pl. 2 órára a következő tervezet formájában:

1. Jelentések (2-3 perc).
2. Előző foglalkozás naplójának ismertetése (5 perc).
3. Előadás, kísérletek bemutatása (15-18 perc).
4. Az előadás megbeszélése, hozzászólások, kiegészítések (20 perc).
5. A vezető összefoglalása, hiányos, homályos részek megvilágítása, az előadás, hozzászólások értékelése.

se (4-5 perc).

Szünet (10 perc).

6. A vezető felveti a tárggyal kapcsolatos problémákat, megindítja a kísérleteket, ismerteti a mérőkísérlet feladatait (8-10 perc).
7. Önálló kísérletezés csoportokban (15-20 perc).
8. Beszámolás a kísérletek eredményéről. Értékelés, esetleges ujitások (10-12 perc).
9. A következő foglalkozás anyagának kitűzése. A tárgyra vonatkozó irodalom közlése (5 perc).
10. Az eszközök helyretétele (5 perc).

Az 1952-ben megjelent: "Utmutató a fizikai és technikai szakkörök számára" már arról ír, hogy "... a mennél több ujitás, feltalálás érdekében adjunk alkalmat tanítványainknak arra, hogy kísérletezzenek" /1; 3. old./". Így sor kerül a megismert jelenségek alkalmazására, a tanulók materialista világnézetének kialakulására és arra, hogy a közösségben végzett munkájuk során szocialista emberré válnak. Az Utmutató külön munkatervet javasol a technikát kedvelők részére, ill. az elmélet iránt érdeklődők számára, azonban felhívja a figyelmet az egyoldalúság veszélyére. Tanulóink akkor nyernek választ a természethez intézett kérdéseikre, ha megtanulják ennek a kérdésnek a módszereit. Ez elsősorban a "jelenségek materiális valóságukban való megfigyelésével, sokszori utánzásukkal, rájuk vonatkozó mérésekkel és ezek után a jelenségek megmagyará-

zásával" /1; 6.old./ érhető el. "A kísérletezés megvalósításában, véghezvitelében sok találékonyságra van szükség. Sok alkalomnyújtással, gyakorlattal mindenkiben kifejleszthetjük a saját érdeklődési köréhez szükséges találékonyságot" /1; 7.old./. A szakkör nevelési lehetőségeit vázolja az Utmutató határozottan elválasztja a fizikai mérési gyakorlatok és a szakkör feladatát: "Amíg ... a fizikai gyakorlatokon szakmai ismeretek szaporítása és mélyítése az elhatárolt feladatunk, a fizikai szakkörben egységes munkára törekszünk minden fizikai problémakörre vonatkozóan" /1; 118.old./. A szakmai kérdésekhez, problémákhoz vezető gyakorlabból kiindulva, a fizikai jelenségek életben való alkalmazásáig jutunk el. A szakkör sajátos lehetőségei biztosítják, hogy nemcsak gyakorolják a tanulók az órán látott kísérleteket, hanem eljutnak az elmélet és gyakorlat szoros kapcsolatáig. Alkalom nyílik a tanulók kezűgyességének kifejlesztésére. A valóság megfigyelésével lassan kibontakoznak a tanulóknál a fizikai világkép körvonalai, megalapozódik materialista világnézetük.

A szakkör irányítására vonatkozóan az Utmutató formákhoz, sémákhoz való ragaszkodás nélküli, rugalmas, állandó fejlődést tükröző módszert javasol. Felhívja a figyelmet az igen értékes, bár ritkábban alkalmazott történelmi utra, amely az egyes fizikai elméletek kialakulásához vezetett.

3.5. Az 1959-től napjainkig terjedő időszak, a különböző szakkör típusok kibontakozása

1959-ben jelent meg hazánkban az első általános fizika szakmódszertan könyv, Makai Lajos: "A fizika tanítása" c. műve. Ebben a fizikatanítás minden részletére kiterjedő munkában nyomon követhetjük a fizika szakkörök problémakörének további alakulását. A szakkör fogalmának a következő meghatározását olvashatjuk: "Az iskolai fizika szakkör a fizika és a technika egyes kérdéseivel behatóbban foglalkozni kívánó tanulóknak a tanár által vezetett munkaközössége. Amint az elnevezés is mutatja, a szakkör szakmák, szakok szerinti érdeklődés alapján közös munkára önként tömörült tanulók iskolai csoportosulása. A szakköri munka célja: a résztvevők szakmai ismereteinek elmélyítése, természettudományos gondolkodásuk fejlesztése, készségeik gyarapítása, mindezzel a szakköri tagok későbbi boldogulásának elősegítése" /25; 359. old./ . A szervezés szempontjából: a) munkaórákat, b) beszámoló órákat és c) vegyes órákat (a) és (b) együtt) különböztet meg, ahol eszközkészítő csoportok, ill. sajátos témával foglalkozó munkacsoportok dolgoznak. A módszertankönyv megjelöli a szakkör feladatát az iskola életével való kölcsönhatásban is: természettudományos ismeretterjesztő munka; továbbá az elmaradt, sokat hiányzó tanulók támogatása. A tárgyi feltételek az iskolai költségvetés, esetleg a szakköri tagok leleményessége biztosítja. A szakkör mint munkaközösség, lelkes csoport legyen, megfelelő aktiv centrum köré csoportosulva. Így válik lehetővé jó hagyományok kialakítása és fenntartása.

Az 1960-as évekkel új feladatot kellett megoldania a középiskolai oktatásnak, amely a politechnikai képzés megvalósítását tűzte ki céljául. Az új körülmények között Csekő Árpád körvonalazza a fizika szakkör célját, feladatát, az 1962-ben megjelenő "Fizikai szakkörök vezetése" c. munkájában. "A hivatások további elkülönülése és hatványozódó szaporodása mind differenciáltabb nevelési rendszereket követel meg azért, hogy az egyének munkakörük ellátására képesek legyenek. Az iskolák nevelési rendszerének változtatásait az élet fogja követelni, tehát a nevelés általában az élet mögött halad, követi a termelést, kiszolgálja a gyakorlati élet követelményeit. De az iskolák már most nevelhetnek úgy, hogy az életbe kerülő ifjak megteremtői legyenek leendő munkaterületük egyes ágai specializálódásának..." /10; 3.old./. A szakkör biztosította lehetőségek között a következők szerepelnek: mélyebb behatolás egy-egy anyagrészbe, "készségkincsek" szerzése (mérőműszerek, -eszközök kezelésének elsajátítása), felkészülés a leendő foglalkozásra. Ezenkívül a szakköri munka visszahat a mindennapi tanítási órákra is, nagy önképző lehetőség a szakkörvezető tanárnak, és egyik módja a szemléltető eszközök gyarapításának. A szakköri tagok nagy segítségére lehetnek a tanárnak. A szakkörvezetőnek nemcsak ismeretnyújtás a feladata, hanem még az is, hogy tanítványai közül a legalkalmasabbakat kiválassza, "...hogyan az emberiség jobb jövőjének tervezői, szolgálói, alakítói legyenek" /10;4.old./.

A szakkörvezetés nevelési célkitűzése: a tanulók világnéze-

tének formálása "a természet kísérletezéssel való jobb megismerésével" /10; 5.old./, és szocialista emberré alakítása azáltal, hogy munka közben "még arra is eszméltetjük, hogy tevékenységüket ne öncélból, ne elszigetelődve, hanem a közösség érdekében végezzék" /10; 6.old./.

A fizika szakkörök célkitűzését Csekő Árpád így foglalja össze: "A fizika szakkör a tanulócsereg önként vállalkozó, érdeklődő kis csoportjának az önálló kísérletezésbe való bevezetésére alakul meg. A szakköri tagok a szakköri foglalkozásokon szerzett mélyebb ismereteiket már az iskolaközösségnek előbb vitelében is hasznosíthatják, de sokkal jelentősebb lehet munkájuk gyümölcse élethivatásuk választásában, valamint leendő termelőtevékenységük során" /10; 8.old./.

A fizikai foglalkozások feladata akkor már igen sokrétű: szertárfejlesztés; egy-egy anyagrész tüzetesebb vizsgálata, mérések, kísérletek elvégzése; technikai jellegű témák: fotó-, rádió- és televízió-technika alapkérdéseinek vizsgálata; vetítőgépes, magnós, erősítő, hangszórós szakértelemmel rendelkező gárda kialakítása; a tanulók materialista világnézetét, dialektikus gondolkodását kialakító, művelő témák feldolgozása (pl. a természetben fellelhető egység példázása, a dialektika alaptörvényeinek bemutatása fizikai példákon stb.); feladatmegoldás, amely a matematika és fizika szoros kapcsolatát mélyíti el és a tanulókat a Középiskolai Matematikai Lapok Fizikai rovatának

és az Országos Tanulmányi Versenynek a feladatmegoldóivá képezi ki. Érdekes szakköri feladatokat nyújthatnak a fizika más tudományokkal való határterületei, ill. az ezekkel kapcsolatos megfigyelések-, vizsgálatok (pl. a légkör fizikája, talajgeológiai kérdések, talajfajták elektromos vezetőképségének vizsgálatai stb.). Általános iskolai szakköri feladatok lehetnek a barkácsolás, ismeretbővítő előadások tartása, főleg kvalitatív jellegű mérések, mechanikai és elektromos építődobozok felhasználása. Nagy az érdeklődés a természettudományos továbbtanulást előkészítő szakköri foglalkozások iránt is.

Csekő Árpád foglalkozik munkájában a szakkörvezetés módszertani kérdéseivel is. A szakköri foglalkozások általában a szakkörvezető valamely problémát felvető előadásával kezdődnek, majd a szakköri tagok (pl. külön csoportokban, de azonos felszereléssel) hozzáfognak a probléma megoldásához. A feldolgozás időtartama több órára terjedhet, s a gyűjtő, mérő foglalkozásokat feldolgozó, beszámoló foglalkozások követik, amelyek általában új feladatokat vetnek fel. Ha a tanulók nem azonos eszközökkel dolgoznak, akkor lehetőség nyílik arra, hogy a különböző mérésekkel szemben támasztott követelményeket a tanulók megismerjék, s ezáltal - a célnak leginkább megfelelő mérési eljárás kiválasztása során - kritikai érzékük fejlődjön. A tanulók együttthaladása természetesen összehangolási problémákat jelent; a munkában előbb állók a téma további termelési, történeti vonatkozásait vizsgálhatják, vagy továb-

bi kísérletek előkészítésében, elvégzésében vehetnek részt. A munka folyamatosságát természetesen megszakíthatja egy-egy jelentős, aktuális esemény (pl. úrkutásban elért eredmény) ismertetése, közös részvétel egy előadáson, vagy kiállításon, külső előadó meghívása stb. Mindez gazdagabbá, változatosabbá teszi a szakköri munkát. Értékes szakköri munkamódszer alapja lehet a fizika különböző fejezeteiben fellelhető analógia. (Pl. Hullámmozgás kötélén, vízfelületen, hangokkal, hősugarakkal, rövid elektromágneses hullámokkal, fénnel, Röntgen-sugarakkal.) Az ilyen nagy, átfogó téma igen sok megoldatlan kérdést hagy és ilyen módon tartósan érdekeltté teheti a tanulókat a probléma megoldásában, tudásuk bővítésében. A gondolkodás deduktív és induktív módját részletesebben megismerhetik a tanulók, ha egy témát két csoport különböző úton dolgoz fel. Filozófiai érdeklődésű tanulók számára érdekes lehet pl. különböző ellentétpárok felkutatása a fizikában és ezek mérési eljárásának megismerése. Bizonyos ismeretláncolatok felderítése olyan témakörökben, amelyekben a folyamatosság éppen a tananyag szűk keretei miatt megszakad, szintén szép elméleti jellegű munka. Fontos feladata a szakkörvezető tanárnak, hogy megkövetelje a végzett vizsgálatok, kísérletek, elért eredmények írásba foglalását. Ez további lehetőség a tanulók fejlődésére. Igen érdekes, izgalmas feladat külső, tehát nem laboratóriumi körülmények között végzett mérési feladat, pl. üzemben, a szabadban, építkezéseknél, ahol egy-egy

feladat megoldása számtalan ötletet eredményezhet. Mindezek a szakköri tagok "...alkalmat adnak arra, hogy a szakkörön ne csak gyakorolgassák a fizikaórákon látottakat és hallottakat, hanem újabb problémákat is vessenek fel és azok természetes megoldásaiban az elmélet és gyakorlat összekapcsolódására, mélyreható elemzésekre, ötletek kipróbálására, általánosítások jogosultságának megvizsgálására törekedjenek. Alkalmat adnak érzékelésükben a megfigyelő- és az észlelőképeségük finomodására, kezűgyességük fejlődésére. Fejlődnek a fogalomalkotásban. Itélőképeségüket "az elemző- és összetevő gondolkodókészségük fejlesztésével növeljük" /10; 29.old./. Végül igen fontos annak megmutatása, hogy "... a kísérletezés, mérés mint a többi emberi készség - művészetig fejleszthető" /10; 31.old./.

Az 1963-ban és a rákövetkező években életbelépett iskolareform intézkedései tovább formálják a szakkörök profilját is. Megszűnt a humán-reál tagozat, létrejöttek a matematika-fizika szakosított tantervű osztályok (az igényekhez képest elég kis számban), és már nem kötelező érettségi tantárgy a fizika. Az új körülményeknek megfelelően Makai Lajos foglalkozik a fizika szakkörök 1. céljával és feladatrendszerével, 2. szervezési- és módszertani kérdéseivel, 3. a szakköri és az iskolai közösség kapcsolatával /24/.

1. A szakköri munka célja és feladatrendszere. A szakköri munka a KISz szervezésében a nevelőtestület tagjai,

vagy iskolán kívüli személyek vezetésével folyó oktató-nevelő tevékenység /2; 9.§ 5./. Célja: "hogya a maga szakterületén, a maga sajátos eszközeivel előmozditsa az iskola nevelőmunkáját, kielégítse a tárgy iránt az átlagosnál jobban érdeklődő tanulók igényeit, segítse azokat a fizika iránt különösebben nem érdeklődőket is, akiknek valamilyen ok miatt szélesebbkörű és szilárdabb fizikai ismeretekre van szükségük" /24; 116.old./. A szakköri munka akkor válik az iskola oktató-nevelő munkájának szerves részévé, ha növeli tagjainak szakmai műveltségét, fejleszti világnézetét, egyes készségek és képességek (pl. előadó-, kísérletező-, feladatmegoldó készség, gondolkodási képesség stb.) kialakulását, segíti mindazokat, akiknek speciálisabb fizikai ismeretekre is igényük van, és hozzájárul az iskola általános kulturális munkája természet tudományi oldalának erősítéséhez. Tehát a szakkör egyéni és közösségi érdekek szolgálatára egyaránt hivatott és a szocialista nevelés általános célkitűzésének megvalósításához is csak e kettős célból eredő feladatrendszer kidolgozása és megoldása révén járulhat hozzá.

A fenti megfontolások alapján a szakköri munka területei, ill. e munka általános feladatrendszere:

- a) a tananyag egyes részeinek kiegészítése, elmélyítése az érdeklődésnek megfelelő területeken,
- b) hozzáférhető témák kutató-jellegű tanulmányozása,
- c) fizikai feladatok megoldása, iskolai feladatmegoldó verseny szervezése,
- d) a szertár fejlesztése, eszközkészítés,

- e) a szakkör nyilvános üléseinek szervezése,
- f) szakköri segítő szolgálat szervezése,
- g) a fizika történetével, egyes filozófiai kérdésekkel való foglalkozás.

A feladatrendszerhez a következő megjegyzéseket kell fűznünk. Az a) pontban jelzett terület a szakköri munka hagyományos területe. b) A szakköri kutatómunka a szűkebb területen való elmélyedést szolgálja a tanulók önálló munkája által, és e munka eredménye egy-egy iskolai pályamunka is lehet. Konkrét feladat lehet bármely téma vizsgálata, amely középiskolai ismeretekre építhető, és amelyhez igényesebb forrásmunkák és az esetleges kísérletezési lehetőségek biztosíthatók. Jellemük szerint ezek a témák egyaránt lehetnek fizikai, műszaki, technikai, fizikatörténeti és szakideológiai témák. c) A feladatmegoldásokkal kapcsolatos tevékenység többértű: célul tűzhető az átlagon felüli színvonalu feladatok megoldására való törekvés, és ezáltal különböző szintű fizikai versenyekre való felkészülés. Ehhez a munkához szorosan hozzátartozik a rendszeres feladatelemlzés, vagyis régebbi versenyfeladatok megoldásainak egyéni, vagy közös tanulmányozása. Kisebb igényű feladatmegoldások céljára szervezhető olyan, főleg praktikus célokat szolgáló feladatmegoldó kör, amely első sorban az egyetemi felvételi igényeket veszi tekintetbe. E munka irányítására, továbbá elmaradt vagy gyengébb tanulók részére szervezett konzultációk tartására bevonhatók a

fejlettebb szakköri tagok is. d) Az eszközkészítés igen eredményes lehet, ha kooperál az esetleges tanműhellyel vagy valamely, iskolát patronáló, üzemmel, gyárral. e) A szakkör nyilvános ülései, amelynek lehetséges formái a fizikai délutánok és az iskolai önképzőkör, elsősorban a fizikai ismeretterjesztés ügyét szolgálják. S végül a g) pontban foglaltakhoz megjegyezzük, hogy a "Világnézünk alapjai" c. tantárggyal való kooperációs lehetőséget is kihasználhatjuk.

2. A szakkörök szervezési és módszertani kérdései.

A szakköri foglalkozásokat általában hetenként egy, vagy két hetenként két órára szervezik és a korlátozott anyagi és személyi lehetőségek miatt általában iskolánként egy fizika szakkör működhet. Ez veti fel a II-IV. osztályos tanulók közös foglalkoztatásának problémáját. Makai olyan megoldást javasol a heti egy órás foglalkozás mellett, hogy a hónap első három hetén a II., III., IV. osztály külön, a negyedik héten pedig együtt tartsa foglalkozásait. Ilyen módon külön is foglalkozhatnak érdeklődésüknek megfelelően versenyfeladatok elemzésével, eszközkészítéssel, kísérletezéssel, forrásmunkák tanulmányozásával, ill. együtt is, gondolataik, eredményeik kicserélésével. Igen hasznos lehet központi szakkör szervezése (városi, járási vagy megyei) ui. nagyobb lehetőségeket biztosít a tanulóknak, könnyíti a vezető biztosítását. A szakköri munka vezérfonala a munkaterv, amely tartalmazza a feldolgozásra kerülő konkrét feladatokat, a szakköri órák

programját, az esetleges nyilvános szakköri foglalkozás műsorát, a szakköri kutatómunkát meghatározó pályamunka tételeket. A munkatervnek természetesen figyelembe kell vennie a lehetőségeket és szükségleteket, egyébként formálissá válhat. A vezetés szempontjából legfontosabb annak figyelembevétele, hogy "az aktivitás és öntevékenység kifejtése a szakköri munka egyik jelentős nevelési feladata" /24; 124.old./ . A szakkör tagjait a legjobb tanulókból válogatja össze a vezető és a szervezési feladatok egy részét, titkári és egyéb tisztségeket a legkiválóbbakra bizza.

3. A szakköri- és az iskolai közösség kapcsolata.

"Az iskolai falujság fizikarovatának létrehozása és vezetése, iskolai feladatmegoldó verseny szervezése, pályamunkák kiírása, az iskolai önképzőkörben való aktív részvétel, közös szakköri ülések, fizikai délutánok, szakköri kiállítás rendezése" /24; 127.old./ lehetővé teszi, hogy a szakköri munka kitárulkozzék az egész iskolaközösség felé.

B) A történeti áttekintés elemzése a szakköri tagok problémamegoldó gondolkodtatása- és kutató jellegű foglalkoztatása szempontjából

Mondanivalónkat a szakköri célkitűzések, a feladatrendszer és a módszertani kérdések, szervezési problémák

köré csoportosítjuk, minden esetben a Felszabadulás előtti, közvetlenül a Felszabadulás utáni és a 60-as évek időrendi tagolásában.

4.5. A szakkörök célkitűzésének alakulása

A fizika szakkörök kérdését vizsgálva nyomon követhetjük célkitűzésének alakulását, gazdagodását. Századunk első évtizedeiben a fizikaoktatás uttörői azon fáradoztak, hogy legjobb tanítványaik szemében megszűnjön a fizikai jelenségek titokzatossága, oszlassa ezt el a közvetlen élmény, tapasztalat. Ez a reprodukáló gondolkodást igénylő tanulás elméleti munkájának gyakorlati megfelelője volt. Új színnel gazdagodott ez a célkitűzés a harmincas években, amikor a munkáltató oktatás körvonalai bontakoztak ki. Bővíteni a szertári felszerelést a kísérletező tanítás megvalósításához, az a cél már az alkotó munka magvát jelentti. Az elképzelés és annak gyakorlati kivitele már minőségileg újat jelent, különösen ha észrevevesszük, hogy vannak akik ezeket az eszközöket már nemcsak demonstrációra, hanem "kutatómunkára készítő fizikatanítás" /9; 61.old./ céljaira szánják. Ebben találjuk meg vizsgálatunk tárgyának gyökerét, hiszen ha lehetséges "másfajta probléma kitűzés" /9; 61.old./ (a tanulókat önálló munkára készítő probléma kitűzés) az azt jelentheti, hogy lehetséges a tanulók gondolkozásának irányítása a megoldatlan kérdés

felől a válaszadás felé, biztosítva a "heuréka" örömét, mindjobban megközelítve az önálló probléma megoldást.

A felszabadulás után egész oktatásunk és természetesen a szakkörök is új lehetőségekhez jutottak és igen sok segítséget kaptak intézményes kibontakoztatásukhoz. A szovjet példa alapján, a szakköri munka célja bővíteni a tanítási órák ismeretanyagát (általános iskolai vonatkozásban ez természetesen semmiképpen nem jelentheti a középiskolai anyag megtanítását), biztosítani a szakköri tagok önálló elméleti-, kísérleti-, technikai munkáját és világnézeti nevelését, felébreszteni a tanulók kutatási vágyát a megfigyelésre, kísérletezésre alapozott probléma megoldások által.- A gondolkodás tervszerű művelése kapcsolatok, összefüggések megláttatásával és mindezen keresztül közeledés a természettudományos világkép kialakításához, olyan program volt, amely óriási lépést jelentett előre, de ugyanakkor magában hordta a megvalósításra vonatkozóan a szükségszerű elmaradást is ettől a nagyszerű céltől. Ha esetenként voltak is kiváló szakemberek, akik ezeket a gondolatokat meg tudták valósítani, általános gyakorlat nem lett belőle. Az igény tehát megjelent erre az igen értékes munkára, de a megvalósítás még sokat váratott magára. Ezt igazolja, hogy a legfrissebb Didaktika /30/ - amely a "már megvitatott, viszonylagosan lezárt kollektíven értékelt, kísérleti-leg eléggé kipróbált, gyakorlatilag eléggé igazolt anya-

gon..." /30; 6.old./, tul még esetenként egészen új jelenségeket is mérlegel - így ír a kutató módszer alkalmazásának jelenlegi tapasztalatairól: "A kutató módszerrel kapcsolatban jelentkező problémákat azonban nemcsak azért kell természetesnek tartanunk, mert a tanulók képességei és aktivizálódásra kész ismeretei között jelentős különbségek vannak, hanem azért is, mert a jelenlegi iskolai munka megszokott feltételeitől e módszer több tekintetben elüt, legalábbis fejlődésünk jelenlegi szakaszában; a tanulói munka önálló lehetőségeinek további keresése s az önállóság szintjének további reális emelése azonban elvezet majd oda, hogy az ilyenféle "kutatómódszer" alkalmazása sokkal természetesebb, egyszerűbb és kevesebb problémát okozó lesz" /30; 248.old./. E kis kitérő után visszatérve a Felszabadulás utáni évekre, a fizikai és technikai (középiskolás) szakkörök célkitűzése a kísérletezést a majdani minél több ujitás, feltalálás érdekében hangsúlyozza, továbbá a megismert elmélet gyakorlati alkalmazása miatt. Az elmélet és gyakorlat egysége igen lényeges része minden kutató-, probléma-megoldó munkának, hiszen a problémát általában az élet adja, a mindennapi gyakorlat, amelynek megoldása során az elmélet rangját elérő általánosításig kell eljutni, olyan általánosításig, amelynek próbaköre ismét a gyakorlat.

A 60-as években tovább szélesedett a szakkörök elé állított célkitűzés, elsősorban a politechnikai oktatás,

a szocialista embertípus kialakítása jegyében. Felkészülés a leendő foglalkozásra, ez a célja a mindennapos tanításnak és méginkább a további lehetőségeket biztosító szakkörnek. Ez részben azt jelenti, hogy tagjait a technikai élet rohamos fejlődésének követésére kell felkészíteni, mert így lesznek képesek a természet átalakítására, a természet erőinek a termelésbe való bevonására. Másrészt azokat, akik fizikával szeretnének később foglalkozni, az önálló kísérletezés-, probléma-megoldás útján meg kell ismertetni a kutatómunka elemeivel, a problémalátástól az írásban kifejtett megoldásig. S végül azok fejlődését is biztosítani kell, akik nem akarnak a későbbiekben közvetlenül fizikával foglalkozni, de továbbtanulásukhoz a tanítási órákon megszerezhető ismereteknél többre van szükségül. Itt találkozunk tehát olyan szakkör szervezésének igényével, amellyel dolgozatunkban foglalkozni szeretnénk.

5.§. A szakkörök feladatrendszerének kiszélesedése

Az intézményesen szervezett szakköri foglalkozásokat megelőző időkben a kiválóbb tanulók kísérletek elvégzésére és eszközépítésre csoportosultak. Foglalkozásaik tárgyát a mechanika, hőtan, fénytan, mágneses és elektromos jelenségek képezték. Javasolt kísérletekről és építendő eszközökről pl. a /9/ és /29/ irodalomban olvashat-

tunk. Ez a kísérletező munka azonban még mindig távol volt attól, amiről Rousseau másfél évszázaddal korábban álmodozott. "Nézetem szerint minden eszközünket magunknak kell előállítani. Nem úgy gondolom, hogy először az eszközt készítjük el és azután végezzük el a kísérletet, hanem miután lassankint rájöttünk körülbelül a kísérletre (a munka menetének megállapítása) lassanként kitaláljuk, megalkotjuk az eszközt, amely azt igazolja" /29/; 19.old./. Rousseau elképzeléseit konkrét sztatikai példán ki is fejtette. Jóllehet ma már sok szempontból nem érthetünk egyet pedagógiai nézeteivel, azt el kell ismerünk, hogy helyesen látta a kísérleti fizikai ismeretek aktiv elsajátításának egyik lehetőségét. Azt azonban semmiképpen sem állithatjuk, hogy a vizsgált időszakban (1900-1950-ig), vagy akármapjainkban, mindez valóra is vált. Ennek ellenére jelentős haladásnak számított a fent említett fizika gyakorlatok adta lehetőség a tanulók önállóságának a munkáltatás, cselekvés útján történő kibontakoztatására, az akkori tanítási órák vakfegyelmével szemben.

Az 50-es években kibontakozó szakköri foglalkozások feladata szakmai téren a kötelező tananyag bővítése és mélyítése, a kísérletező készség fejlesztése, az időszerről szakirodalom elemeinek megismerése. Mindez egyenes folytatása a korábbi feladatoknak, amelyekhez újként társul fizikai mérések végzése. Ha a feladatokat a tudományos munka elemeinek megismerése szempontjából nézzük,

akkor ezt az utóbbit kell kiemelnünk, hiszen ezáltal nyílik lehetőség különböző mérési eljárások megismerésére.

A nevelési feladatok, amelyek az alkotó fantázia-, kritikai érzék-, szervezőképesség kifejlesztésére irányulnak, az önállóság tartalmi jegyeit gazdagítják. Az ideológiai-politikai nevelés feladata, az elmélet és gyakorlat összekapcsolása, a gondolkodó képesség fejlesztése, továbbá az egyén és közösség munkájának kölcsönhatásából eredő jellemformáló hatásnak kiaknázása, a nagy fizikusok példájának megismertetése, mind a leendő kutatóegyéniesség kialakulását segítik elő. Ugyanehhez nélkülözhetetlenül járul hozzá a fizika szakkörök technikai feladatai elvégzése során kibontakozó manuális készség. A szakkörök további feladatként adják a munkafüzet vezetését, feljegyzések készítését, a végzett munkáról. Ezt megfigyelési szempontunk értelmében, azért emeljük ki, mert kevés egyéb lehetőség van arra, hogy a tanulók írni is megtanuljanak a fizika nyelvén. Végül a szakköri kirándulások szerepét úgy értékelhetjük, hogy a tapasztalatgyűjtésen túl, közös élményt is jelentenek a tanulóknak, elősegítve a különböző érdeklődéskörű és -osztályu tanulók közösséggé alakulását.

A korábbiakban kialakult sokrétű feladatrendszer a 60-as években tovább bővült. Új követelmény a fizikai feladatok megoldatása, versenyekre való előkészítés. Mivel a feladatmegoldás az ismeretek alkalmazásának tudatos gyakorlása, további lépést jelent a tanulók önálló foglal-

koztatása terén. A gyenge tanulók segítésének megszervezése a szakkör nevelési feladatkörét bővíti és az ismeretek továbbadásának gyakorlásán keresztül elmélyíti az egyes tanulók már meglévő tudását. A világnézeti nevelés, amelynek feladata lehet pl. a dialektika iskolapéldáinak tanulmányozása a fizikában, a fizika és filozófia kapcsolatának elemeivel ismerteti meg a szakköri tagokat. A szakkörön felmerülő technikai vonatkozású kérdések nemcsak a termelő tevékenységre készítik elő a tanulókat, hanem közelebbi cél megvalósításaként jól képzett technikus gárdát jelentenek a fizikatanárnak, sőt az iskolának is. A szakkör anyaga ugyanis a szigorú értelemben vett fizika fejezetei mellett foto-, rádió-, televízió-, kibernetikai-, és úrkutatási kérdésekkel bővül. Új és igen szép feladat a természettudományos ismeretterjesztő munka az iskolán belül.

6.§. A módszertani és szervezési kérdések fejlődése

Ismét a szakkör előtörténetével kezdve, szakkörök módszertanával foglalkozó "önálló" irodalmat ebből az időből nem ismerünk, mégis megtaláljuk nyomait a fizika gyakorlatok szakmai kérdéseivel foglalkozó munkákban, néha a sorok között olvasva, máskor rövid utalás formájában. Pl. Masszi Ferenc "Fizika gyakorlatok"¹ c. munkájában le-

¹ Masszi Ferenc: Fizikai gyakorlatok. Szolnok, 1931.

irja, hogy az egyre szaporodó fizika gyakorlatokon ve-
gyes munkafeladatu gyakorlati órákat szerveztek. A ta-
nulók előkészítése vezérlapok segítségével történt. Csa-
da Imre azt írja "készíttessük el növendékeinkkel a szük-
séges tanszereket, s ilyen eszközökkel végezzük összes ki-
sérleteinket" /9; 5. old./ . A fizikagyakorlatok egy részén
megismerik a tanulók a munkaelemeket, "azokat az egysze-
rűbb munkákat, amelyek a tanszerkészítésnél elengedhetet-
lenek". A rendelkezésre álló heti 1 óra időből, a tanév
folyamán 10 órát fordítanak eszközkészítésre és a készí-
tett eszközökkel való kísérletezésre; a további 10 órán a
már korábban meglévő eszközökkel kísérleteznek, a megma-
radó 12 órán pedig műszerekkel végeznek mérőkísérleteket.
Matzkó Gyula /29/ pedig már munkalapokkal, tanuló-kísérle-
ti könyvek alapján végzett önálló munkát javasol. Mind-
ezekből két fontos módszertani vonatkozást emelhetünk ki:
egyik a "vezérlapok", "munkalapok" említése, ugyanis ezek
felhasználásával lényegesen önállóbb munkát végezhet a ta-
nuló, mint esetleges egyöntetű "vezényszavak" hatására. A
másik ugyancsak módszertani vonatkozás is önálló munkáról
tanuskodik: eszközkészítés és kísérletezés a tanulók ál-
tal készített eszközökkel. A szervezési kérdésekkel kap-
csolatban csak egyetlen szempontot említünk meg, ami kez-
det kezdetétől megvolt és ma is alapvető: az önkéntesség
kérdését. Ez azért igen fontos tényező, mert magában hord-
ja az aktivitás magját.

A felszabadulás után szervezett szakkörök részére

már munkatervet készít a vezetőtanár. Részletes programra, időbeosztásra már láttunk példát (I.A. 15-16.old.). Ezzel itt nem foglalkozunk. Rámutatunk azonban a kibontakozó elméleti és gyakorlati szakkör típusra. Ezek között természetesen nincs és nem is húzható merev választó vonal, mindkét formának az elmélet és gyakorlat egységét kell szolgálnia. A tanulmányozott irodalom alapján: probléma felvetés; kérdések a természethez; válaszkérés: megfigyelés, kísérletezés, mérés, mérések kiértékelése alapján; gyakorlati alkalmazások a szakköri munka legfontosabb mozzanatai. Érdekes út a történelmi megközelítése is egy-egy témának, ami igen tanulságosan vezet el egyes fizikai elméletek kialakulásához. A fentiekből kiderül, hogy a kutató módszer, a kutatás elemeinek megismerése már negyed évszázados munka tekint vissza, legalább is az irodalom tükrében.

A 60-as években a szakkörtípusok gazdag változatossága bontakozott ki. A Makai-féle módszertanban felsorolt munkaórák, beszámoló órák és a kettőt együtt tartalmazó vegyes órák köre olyan foglalkozásokkal bővült, amelyek az iskolán belüli ismeretterjesztést szolgálják, továbbá lehetővé teszik, hogy a szakköri tagok legjobbjai azáltal is öregbítsék ismereteiket, hogy részt vesznek gyengébb tanulók korrepetálásában; feladatmegoldásokon keresztül módszeresen fejlesztik a probléma-megoldó gondolkodást; olyan csoportos munkát jelentenek, amelyet a szakkörve-

zető probléma-felvető előadása előz meg és a kitűzött probléma megoldása után az elért eredmények összehasonlítása, értékelése zár le. Ez utóbbi módszer következménye, hogy mindig versenyszellemet bontakoztat ki, és szelektál, lehetővé teszi, hogy aki előbb van kész munkájával, tovább részletezze, bővitse a kérdéses problémát. Új színpont a szakköri foglalkozások körében egy-egy meghívott előadó szerepeltetése, vagy közös részvétel külső előadáson, kiállításon, szakköri kiránduláson. A gondolkodás művelését és a szakmai tudást egyaránt előbbre viszi az analóg témákat feldolgozó foglalkozás, vagy az olyan, amelyen ellentétpárokat, ismeretláncokat derítenek fel a tanulók, vagy ugyanazt a kérdést induktív, ill. deduktív úton közelítik meg az egyes munkacsoportok. Új formát jelent olyan mérési terv végrehajtása is, amelyet a termelésben, tehát nem laboratóriumi körülmények között végeztetünk, gyümölcsözően kapcsolva az elméletet és gyakorlatot. A szakkörök szervezése megőrzi az órarendi formát, sokszor azonban az anyagi lehetőségek korlátozóak, a lehetséges megoldásokról már szoltunk /I.A.; 22.old./.

Új lehetőségeket ad, mind a tanulók megválasztására, mind a vezető és felszerelés biztosítására a központi szakkör. Az iskola és szakkör kapcsolatát erősítik a faliújságcikkek, háziversenyek rendezése, pályamunkák kiírása.

II. A SZAKKÖRI FELADATMEGOLDÁSOKKAL ÉS A TANULÓK KUTATÓ JELLEGŰ FOGLALKOZTATÁSÁVAL KAPCSOLATOS VIZSGÁLATOK

A) Betekintés a jelenleg működő hazai gimnáziumi fizika szakkörök munkájába. 1965-66. tanév

7.§. Tapasztalatcserek, szakkörlátogatások

Makai Lajos már említett, 1965-ben megjelent tanulmánya /24/ fordította figyelmemet a szakköri munka irányába, amelyet alkalmas területnek tartottam a Bevezetésben érintett módszerek kísérleti tanulmányozására. Kísérleteim megkezdése előtt igyekeztem megismerkedni, az általam hozzáférhető helyeken folyó szakköri munkával.

Ellátogattam a JATE Ságvári Endre Gyakorló Gimnáziumába, ahol 1965-66-os tanévben Vozáry Pálné fizika szakkörét kísérletképpen a Makai Lajos által javasolt módon szervezte meg /24/. Ennek a látogatásnak során első sorban ezen új szervezési forma terén szereztem tapasztalatokat. Vozáryné szakkörébe a gimnázium I-IV. évfolyamából kerültek tanulók, akiket az iskola személyi és anyagi feltételei miatt az alábbi módon osztott be szakköri munkára. Hetenként 1 órás szakköri foglalkozásra a hét meghatározott napján felváltva jöttek az I-II. osztályos, III., ill. IV. osztályos tanulók, majd a hónap negyedik hetén közös szakköri foglalkozásokon vettek részt. Ilyen

módon könnyebb volt a különböző előismeretekkel rendelkező tanulókat foglalkoztatni, ugyanakkor viszont lehetővé vált, hogy az egyes csoportok megismerjék egymás munkáját, és jó közösséggé kapcsolódjanak össze. Bár a fent említett előnyei megvoltak ennek a szervezési formának, hamarosan kiderültek a velejáró hátrányok is. Egy-egy tanuló számára az egymás után következő foglalkozások túl messze estek egymástól, és ez csökkentette a foglalkozások hatékonyságát. Össze kellett tehát egyeztetni ezt a komplex szervezést a két hetes periódusokkal. Ezt a következőképpen sikerült egy tanárjelölt bevonásával megoldani: ugyanazon a napon két hetenként másfél órás foglalkozáson vesz részt minden évfolyam tanulója, úgy, hogy ebből a másfél órából egy órát évfolyamonként külön, fél órát pedig közös foglalkozáson töltenek el. A vezető tanár és a tanárjelölt párhuzamosan tart foglalkozást $1/2$ 5-től $1/2$ 6-ig a IV.; ill. I-II. osztálynak, $1/2$ 6-tól 6 óráig közös foglalkozás van az I-IV. évfolyamnak, 6-7 óráig pedig ugyancsak a vezető tanár foglalkozik a III. évfolyammal. Ez a megoldás igen jónak bizonyult és maradandóvá vált. A foglalkozások tárgya feladatmegoldás, ill. az egyéni feladatmegoldásokról tartott beszámoló, és további feladatok kitűzése, problémák felvetése a Középiskolai Matematikai Lapok Fizikai Rovatának feladat-megoldó versenyéhez kapcsolódva. A közös foglalkozásokon előadásokat, fizikatörténeti beszámolókat tartanak a tanulók, rendszerint ugyancsak a Középiskolai Matematikai Lapok Fizikai Rovatának

témáihoz kapcsolódva, és olyan kísérletet mutatnak be társaiknak, amelyre a tanítási órán nem kerül sor. Így megvan a lehetőségük a tanulóknak arra, hogy önállóan oldjanak meg feladatokat, és ehhez megfelelő kontrolljuk legyen. (Beszámoló és a különböző megoldási módszerekkel kapott eredmények egybevetése.) Gondolkodási készségük fejlesztése annyiban tervszerű, hogy a feladatok kiválasztása a tanár által történik, és általában az egyszerűtől a bonyolult felé halad. Az előadásokra való felkészülés, a szereplés a közösség előtt, a bírálat, a meghallgatott beszámolókat követő vita önállóságra neveli a tanulókat. A feladatmegoldáshoz képest értékes többletet jelent a feladat-megoldó versenyben való részvétel, ami szükségessé teszi a megoldások szabatos megfogalmazását, variációk, egyszerűsítési lehetőségek keresését, határidők betartását és emellett biztosíthatja a nyilvános siker érzését.

1966 tavaszán tettem látogatást a budapesti Radnóti Miklós Gimnáziumban, Kugler Sándorné IV. osztályosok számára szervezett szakkörén. Két előadás volt a szakkör tárgya, mindkettő az atomfizikai tanulmányok kiegészítését célozta, és tanulók tartották. Az előadások címe: "Egyszerű számítások H atomra vonatkozóan", ill. "Hőmérsékleti sugárzás". A látottak és a szakkörvezetővel folytatott beszélgetés alapján kiderült, hogy a szakkörön általában elméleti kérdésekkel, és versenyfeladatok megoldásával foglalkoznak. Az elméleti témák színvonala megkívánja a diffe-

renciálás és integrálás elemeinek ismeretét. Ezt a matematikai tudást a tanulók magánszorgalomból, egyénenként szerezték meg. Érdekelt, hogy hogyan készülnek fel a tanulók ezekre az előadásokra. Mindenki előre tanulmányozza a témát, és egy tanuló mondja el, ilyen módon biztosítva a termékeny vitát, vagy csak az előadó készül fel. Ebben a szakkörben az utóbbi módszert választották, ill. ennek olyan változatát, hogy az előadó egy-egy kérdés után csak akkor halad tovább, ha azt már mindenki megértette. Az előadásokat mindenkor a szakkörvezető problémafelvető kérdései, fizikatörténeti vonatkozású megjegyzései egészítik ki. A feladatmegoldások rendszeres elemző munkán alapulnak, a lényegkiválasztástól az általánosításig. Van a szakkör munkájának kötetlen területe is, ami növeli az érdekeségét, ez mindig valami éppen aktuális fizikai jelenség vagy folyamat, valamilyen érdekes kísérlet, ami éppen a tanár figyelmét magára vonta és a tanulók érdeklődésére is számot tarthat. Ez a szakköri forma lehetővé teszi az önművelést, és azt igényesen számon is kéri. A meghallgatott előadások biztos szakmai tudásról, jó matematikai készségről, igényes előadásmódról adtak számot. Megfelelő olvasottság, az előrehaladásban biztos érdekelttség áll ezek mögött. A szakkör színvonala nem választható el attól a tényről, hogy az igen nagy létszámú fővárosi iskola mindössze 10-12 tanulója tagja ennek az értékes kollektívának.

1966. őszén ugyancsak Budapesten az Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium két szakköri foglalkozásán vettem

részt. Kelemen László egyetemi felvételre és feladatmegoldó versenyekre előkészítő, IV. osztályosok számára szervezett feladat-megoldó szakkörén, a tananyag sorrendjében oldanak meg fizikai feladatokat. A meglátogatott szakköri foglalkozáson hálózatszámításokat és elektromotoros erő meghatározásokat végeztek. A munka menete klasszikus, egy tanuló a táblán, a többiek füzetben dolgoztak tanári irányítás mellett. "Rutinszerzés gyakorlás által" így lehetne jellemezni ezt a munkát, ami a célkitűzésnek bizonyos értelemben meg is felel. - Holics László II. mat.-fiz. tagozatos osztály tanulói számára szervezett feladat-megoldó szakkört. A tananyaghoz kapcsolódó, elsősorban a vonatkoztatási rendszer fontosságát és szerepét célzó, érdekes szövegezésű feladatokat oldottak meg a tanulók. A munka igen élénk, szinte versenyszerű volt. A feladatokat előre megkapják, és a megoldásokat a szakkörön mutatják be. Igen szép, logikus gondolatmenetek, matematikai szempontból általánosan megfogalmazott és megoldott, majd diszkutált feladatok, ill. megoldások sorakoztak fel. A feladat-megoldások a probléma-felvetés és -megoldás minden színét, érdekességét megismerhetik itt a tanulók, és rendszeres gyakorlatra tesznek szert a fizikai gondolkodásban. Az elemző megoldás kvalitatív, majd kvantitatív, a lényeges elválasztása a lényegtelentől, a járulékos szempontok mind nagyobb mértékű figyelembevétele a megoldás pontosítása érdekében, az eredmény diszkutálása, mind igen értékes a

gondolkodásra nevelés szempontjából. Igen nagyra értékelhető, az a vidám, de fegyelmezett, pezsgő légkör, amit a szakkörvezető keltett, ami szakmai érdemei mellett pedagógiai rátermettségét is dicséri.

Más jellegű, de egyre nagyobb szerephez jutó szakkör-típushoz tartozik a Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Gimnáziumban működő Központi Fizika Szakkör, amelynek Wiedemann László a vezetője. Ugyancsak 1966. őszén sikerült megnézni ennek a szakkörnek a munkáját és beszélgetést folytatni vezetőjével. A szakkör tagjai a különböző budapesti gimnáziumokból kerülnek ki tanári javaslatra. III.-IV. osztályosok, 30-35 fő, akikből a tanév végére általában 10-en maradnak meg. Ennek a szakköri munkának a közvetlen célja, hogy a fent említett módon kiválasztott, tehetségesebb tanulókat bevezesse az infinitézimális számítások elemeibe, megismertesse tagjait néhány átfogó fizikai elvvel, nem előzve vagy keresztezve az elkövetkező egyetemi tanulmányaikat. Az 1966-67-es tanév programja pl. a következő:

Infinitézimális számítások elemei: differenciál és integrál számítás

A vektortan elemei

A potenciál; elektromos és gravitációs problémák

Szélsőérték problémák

Mérési eredmények kiértékelése a Gauss-féle legkisebb négyzetek módszerével

Mechanikai problémák megoldása a vektortani alapismeretekkel

A speciális relativitás-elmélet kezdeti problémái

A szakkör jellege tehát elméleti, kísérletezéssel más-
sik központi szakkörben foglalkoznak. Feladatokat a tanu-
lók egyénileg oldanak meg. A szakkörök programjában nincs
felmenő rendszer, évenként változik a szakkörvezető tudo-
mányos munkájának, érdeklődésének megfelelően, aki igyek-
szik középiskolások számára érthetővé tenni a mélyebb fi-
zikai gondolatokat. Az elérhető szakmai mélység mindig a ta-
gok tehetségétől függ, akik között sokszor vannak országo-
san, sőt nemzetközi szinten kiváló tanulók. A kéthetenként
2 órás foglalkozások formája a tanítási órához hasonló. A
foglalkozás első felében a szakkörvezető előadja az elmé-
leti anyagot, problémákat vet fel, feladatokat tűz ki, a
szakkör második felében pedig az előző alkalommal felve-
tett, kérdésekre, problémákra válaszolnak a tanulók és
ezt vitatják meg. A szakköri foglalkozáson, amelyen részt
vettem a differenciálhányados fogalmának bevezetésével kezd-
ték meg az infinitézimális számítás megismerését a tanulók.
A kiindulás alapja fizikai probléma volt, az egyenletesen
gyorsuló mozgás pillanatnyi sebességének meghatározása. Geo-
metriai, ill. matematikai úton haladva jutottak el a diffe-
renciálhányados, majd a differenciálhányados fogalmához, a
közelítéssel módszert konkrét számpéldákon vizsgálva meg. A
számpélda teljes kidolgozása önálló, otthoni munkafeladat
lett. Végül a tanulók bőséges irodalmat kaptak matematikai
tanulmányaikhoz és fizikatörténeti kérdésekhez. A megbeszé-

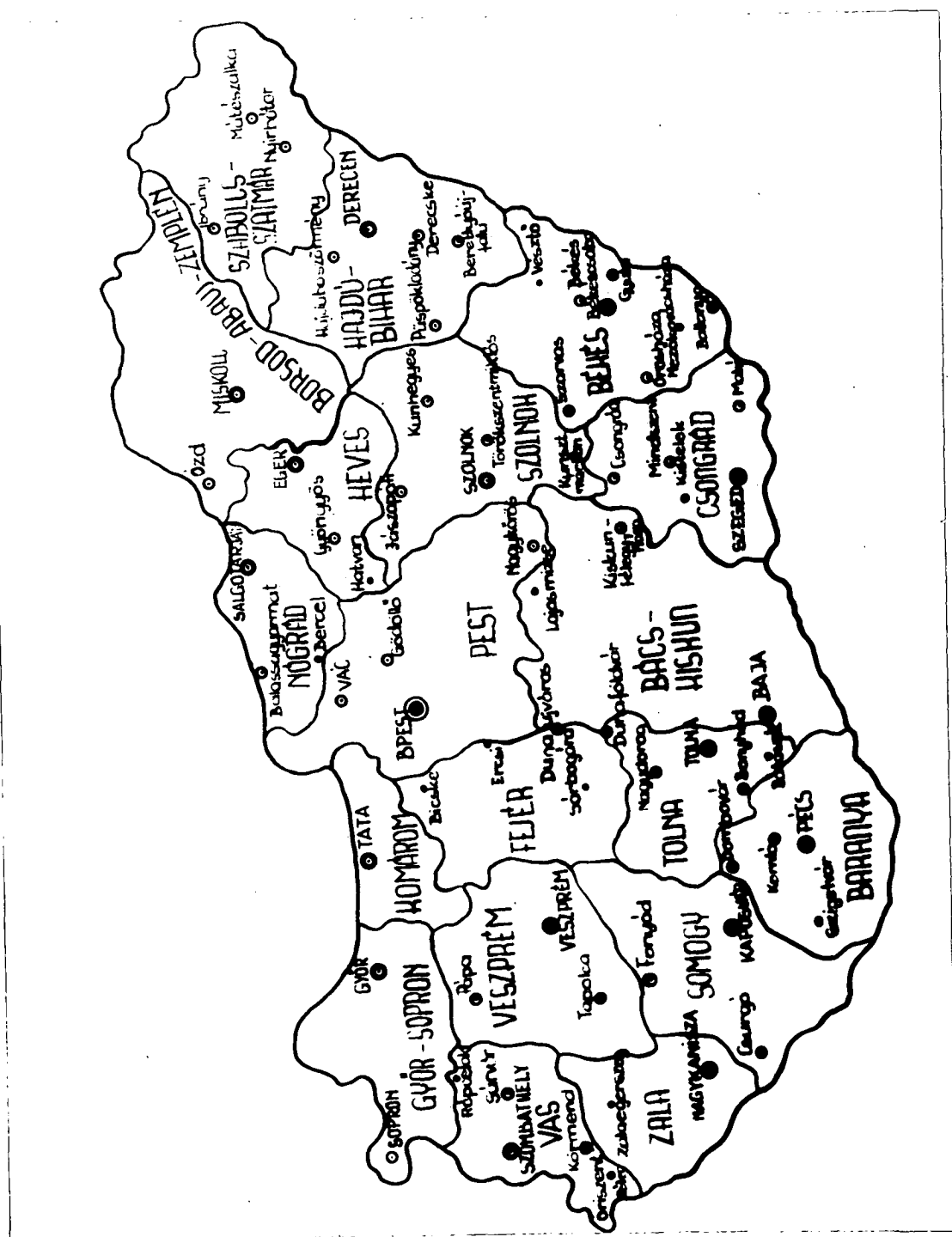
lés, a látottak és a tanulók hozzászólása alapján megállapítható, hogy a fenti szakköri munka magasszintű-, önálló tanulást, képzést tesz lehetővé.

8.§. Országos felmérés a jelenlegi szakköri gyakorlat felderítésére

A meglátogatott helybeli és fővárosi szakkörön kívül lehetőségem nyílt szélesebb körben is, országos méretekben tájékozódni a középiskolai fizikai szakkörök néhány kérdésével kapcsolatban. Az Országos Pedagógiai Intézet a József Attila Tudományegyetemen nyaranta országos továbbképzést szervez a középiskolai tanárok részére. Az 1966-os továbbképzésen résztvevőknek előre, az alábbi kérdőívet küldtük ki:

A tanfolyamon a szakköri munkáról szóló megbeszélés előkészítésekképpen tájékozódás céljából kérjük Kartárs válaszát az alábbi kérdésekre:

1. Az iskola neve, helye
2. Az 1965-66-os tanévben működik-e az iskolában fizika szakkör vagy szakkörök?
3. Milyen szervezésű a fizika szakkör? (Hányadik osztályosok, hányan, milyen időközönként látogatják?)
4. Mivel foglalkoznak a fizika szakkörön?
5. Milyen problémák merültek fel fizika szakkörrel kapcsolatban?



8.1. ábra

A térképen megjelölt városokból származnak az 1965/66-os tanévben végzett felmérés adatai. (© jelölés esetén van szakkör-,
 • jelölés esetén nincs szakkör a felmérésben részt vett iskolában.)

Válaszokat a 8,1. ábrán látható városokból, a 2. számú mellékletben felsorolt iskolákból kaptunk, az ország valamennyi megyéjéből, mintegy 88 iskolából. Jóllehet ez a felmérés még csak egy továbbképzési előadáshoz készült és ilyen módon nem szolgálja minden szempontból a disszertációban vizsgált kérdéseket, még sem érdektelen, mert a tényleges helyzetről nyújt felvilágosítást, legalább részleteiben.

A szervezési kérdésekről az 1.-3. kérdésekre adott válaszok alapján a következőket mondhatjuk. A 88 iskolában, 93 szakkörben több, mint ezer tanuló működött a vizsgált időszakban. Az iskolák 20,5 %-ában két szakkört, 4,5 %-ában 3-4 szakkört is szerveztek. A foglalkozásokat 74,1 %-ban 10-15 fős csoportokban tartják, 15,1 %-ban emelkedik 20 főig a létszám, ritkábban, 5,4 %-ban 25 főig, ill. további 5,4 %-ban 30-ig emelkedik a szakköri tagok száma. Általában külön foglalkoznak az I-II. évfolyammal, külön a III.-IV. osztályosokkal, a vizsgált szakkörök esetében ez 24,7 %, ill. 46,2 % megoszlásban van és csak a szakköri foglalkozások 29,1 %-ában vesz részt együtt minden évfolyam. Az esetek zömében 83,9 %-ban két hetenként tartanak 2 órás foglalkozásokat és csak 9,7 %-ban hetenként két órás, ill. 6,4 %-ban hetenként 1 órás foglalkozásokat. A felmérés kérdései nem vonatkoztak ugyan a szakkörvezetés módszertani kérdéseire, mégis erre vonatkozóan is nyertünk adatokat a 4. kérdésre adott válaszokból.

A szakköri foglalkozások tárgyáról

a) A szakköröknek majdnem a felében 46,2 %-ában feladat-megoldással foglalkoznak. Általában feladatgyűjteményekből, régi versenyfeladatokból és a Középiskolai Matematikai Lapok Fizikai Rovatának feladataiból oldanak meg. A 43 feladat-megoldó szakkör vezetője közül öten hivatkoznak arra, hogy a feladatmegoldások célja az egyetemi felvételre való előkészítés; négyen megjegyzik, hogy a feladat-megoldások mellett időnként kísérleteket is mutatnak be, olyanokat, amelyekre nem kerül sor a tanítási órán, vagy nem is szerepel a kötelező kísérletek között; tizenegyen pedig a feladat-megoldás mellett megemlítik, hogy vagy a tanulók kiselőadása formájában, vagy a szakkörvezető előadása során elméleti kérdésekkel is foglalkoznak, helyenként esetleg fizika-történeti kérdésekkel is. A többi 23 szakkörben folyik kizárólag feladat-megoldás.

b) 13 szakkörben a tananyag elmélyítése a program, amelyet elméleti és kísérleti utat járva igyekeznek megvalósítani, kiselőadások tartásával, kísérletezéssel. A 13-ból 8 esetben a feladat-megoldást is megemlítik, mint a foglalkozások tárgyát, elsősorban a tanultak alkalmazására.

c) 12 szakkör elsődleges tárgya eszközépítés, szertár-fejlesztés céljából. A barkácsolás mellett azonban a szakkörvezetők fele a feladat-megoldást is a programba sorolja, ami az esetleges anyagbeszerzési nehézségeket hidalhatja át, és lehetővé teszi az elmélet ébrentartását is.

d) Mindössze három szakkörvezető jelölt meg olyan programot, amely egyes témák kutató-jellegű tanulmányozásából áll. Ezzel zárul is a szigoruan vett fizikai tárgykör, amellyel a 93 szakkör közül 71 foglalkozik.

e) 19 szakkörben a rádiótechnika elemeivel ismerkednek meg, ezeket több esetben az MHS patronálja, esetleg szervezi. Ezen szakkörök vezetői közül is négyen megjegyzik, hogy a rádiótechnikai gyakorlatok mellett tartanak a szakkör tagjai kiselőadásokat is, oldanak meg fizikai feladatokat is, ill. foglalkoznak speciális (pl. geofizikai) kérdésekkel. Külön kiemelést érdemel az Ózdi József Attila Gimnázium és Ipari Szakközépiskola szakköre, amely hat átlomásból álló házi telefonhálózatot készített, minden átlomáson tranzisztoros erősítővel.

f) Végül három szakkörön csillagászati kérdésekkel és szemléltetőeszközök készítésével foglalkoznak. - Természetesen nem önálló programként, de szerepel egy-két szakkörön néhány kibernetikai kérdés, logikai gép építése is, amit a speciális kérdések között okvetlenül meg kell említenünk.

Szakkörvezetési problémák. A kérdőív 5. kérdésére adott válaszok a problémák széles skáláját tartalmazzák. Ezek közül a leggyakrabban előfordulókat a következőképpen csoportosíthatnánk: elsősorban hiányok és hiányosságok. Ezek között első helyen áll a tanulói túlterhelés.

Ez itt nem elsősorban a szokásos jelentésü, hanem különösen az iskolán kívüli elfoglaltságok és a jótanulók viszonyát jelenti. Gyakran ugyanazok a tanulók járnak a különböző szakkörökre, sportkörre és a legmegbízhatóbb KISZ-vezetők és aktívák is a legjobbak közül kerülnek ki. Ha még a magánjellegű zene-, nyelv- és egyéb különórák elfoglaltságát is ide soroljuk, érthető a túlterheléssel kapcsolatos panasz. Ugyanigy kifejtethetnénk a tanári túlterhelés kérdését is. Sokan panaszkodnak kísérleti eszközök hiánya miatt, és ez a szakkör vonatkozásában nem okvetlenül azt jelenti, hogy egyáltalán nincs meg egy eszköz, hanem esetleg azt, hogy nincs olyan, vagy annyi, ami jó lenne. Különböző szerelési anyagok hiánya, beszerzési lehetősége sokszor bénítja meg a rádióépítők, elektronikával foglalkozók munkáját. A hely-, műhely-, szerszámhiány, az igényesebb kísérletek előzetes összeállítását, a tanulók egyéni foglalkoztatását, kétékezi munkáját teszi nehezzé, esetleg lehetetlenné. A pénzhiány kettőzötten jelentkezik: anyagbeszerzés és a szakkör-vezetők díjazása viszonylatában. Ezért korlátozott a szakkörök szervezése, ezért merül fel ugyancsak hiányosságként, hogy keves a két hetenként 2 óra a foglalkozásokra, hiszen mint többen panaszolják, amikor belejönnek a tanulók a munkába, már el is telt az idő. - A problémák második csoportjába: szakkör-vezetői forrásmunkák kérdése sorolható. A szakkör-vezetők közül sokan felvetik, hogy nincsenek korszerű feladatgyűjtemények, speciá-

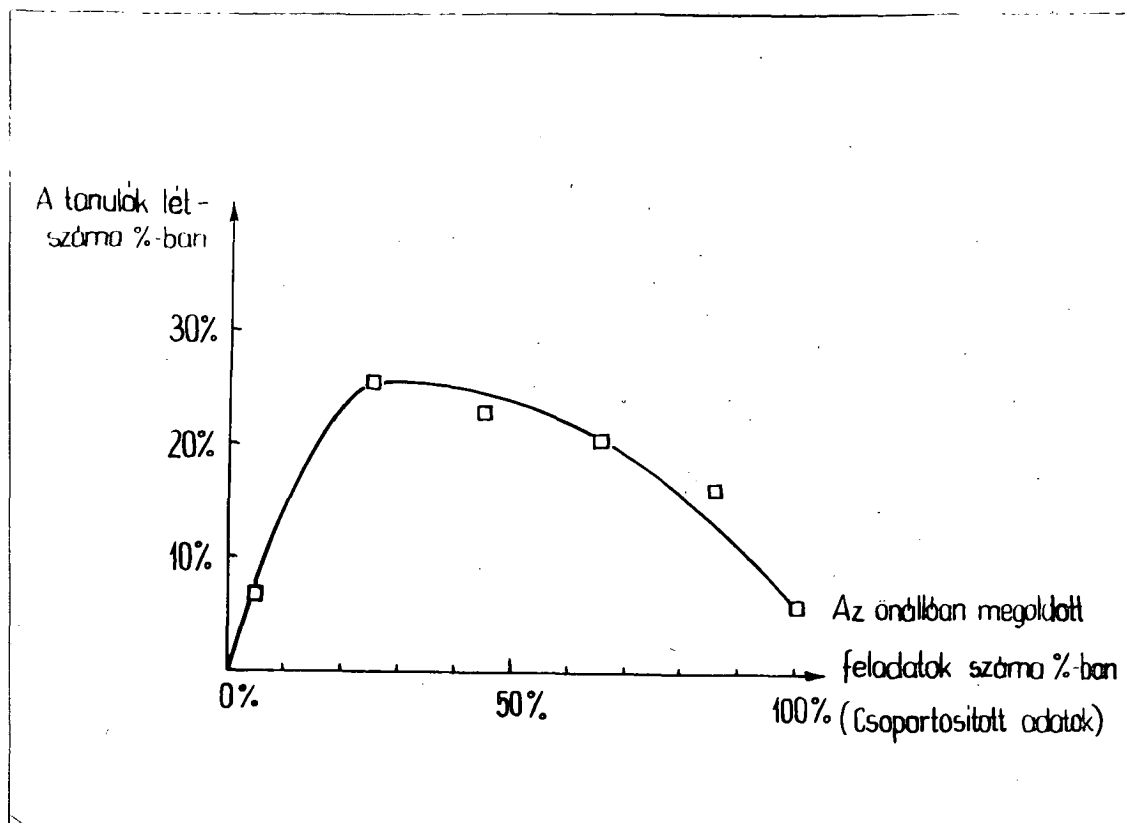
lisan szakköri feladatgyűjtemények, nincs, vagy ha van is, sokszor elavultak a szakköri füzetek, nincsenek modern kísérletező könyvek és nem utolsósorban hiányzik a szakköri munka módszereinek alapos kidolgozása. Ez utóbbi oldhatná meg a 3. csoportba sorolt problémákat: a szakkörvezetés módszertani kérdéseit. Itt kétségtelenül legnagyobb sullyal a különböző évfolyamu tanulók közös foglalkoztatásának megoldása esik latba. Ez elsősorban módszertani-, de emellett szakmai kérdés is. A változatos, színes szakköri munkaterv összeállítása a tanulók érdeklődésének felkeltésére, az érdeklődésnek a lehetőségek irányába való "terelése" nem könnyű módszertani feladat. A megfelelő szakmai tudás pedig az alkalmas mélységben történő tárgyaláshoz szükséges egy-egy témakörben, hiszen éppen ez teszi lehetővé, hogy ugyanazzal a tárgykörrel (pl. mechanikával) hasznosan foglalkozzék a szakkörvezető; pl. egy II. és egy IV. osztályos tanulóval. Sokan képtelenek megoldani azt a nehézséget, ami abban rejlik, hogy a tanulókat sokkal inkább érdeklik gyakorlati, kvalitatív jellegű kérdések, mint a szigoruan elméleti, kvantitatív jellegű összefüggések. Komoly gondot jelent a tanulók egyéni foglalkoztatása, a gyakran nagy létszám és a tanulók önállóságának, öntevékenységének hiánya miatt. Egyes szakkörvezetők pedig a külső programokat (versenyek) keveslik, amelyek a szakköri tagokat érdekeltébbé tehetnék a munkában.

Összegezve a felmérés tapasztalatait alapvető megfigyelési szempontjainkból: a probléma-megoldó gondolkodás művelése és a tanulók kutató jellegű foglalkoztatása szempontjából, az alábbiakat mondhatjuk. Az igen nagy számú feladatmegoldó szakkör megfelelően igazolja, hogy beérett a tanulók önálló foglalkoztatásának igénye, azt pedig, hogy miért éppen ez az elméleti oldal erősödött meg, alátámasztják az anyagi és egyéb problémák. Lényegesen nehezebb és igényesebb feladat a tanulók önálló kísérletező, kutató foglalkoztatása és meglehetősen sok feltételnek kell még teljesülnie ahhoz, hogy ez a szakkörök zömében megvalósuljon. Ezt egyelőre sem a tanárok munkarendje, sem az iskolák felszereltsége, a tanulók felkészültsége általánosan nem biztosítja, csak kivételes esetekben. Anélkül, hogy a részletekbe bocsájtkoznánk, nem mehetünk el szó nélkül a szakkörvezetők irodalom igénye mellett. Azzal ugyan nem érthetünk egyet, hogy nincs megfelelő irodalom, azt azonban el kell ismernünk, hogy a kisszámban megjelenő kiadványok nem elégítik ki az igényeket. Sokkal nagyobb mértékben kellene ezen a téren is gazdagítani iskoláink felszereltségét.

9.§. Fizika feladatok önálló megoldásával kapcsolatos felmérés

Tekintettel arra, hogy az országos felmérés erősen kiemeli a feladat-megoldás kérdését, ezen a helyen említ-

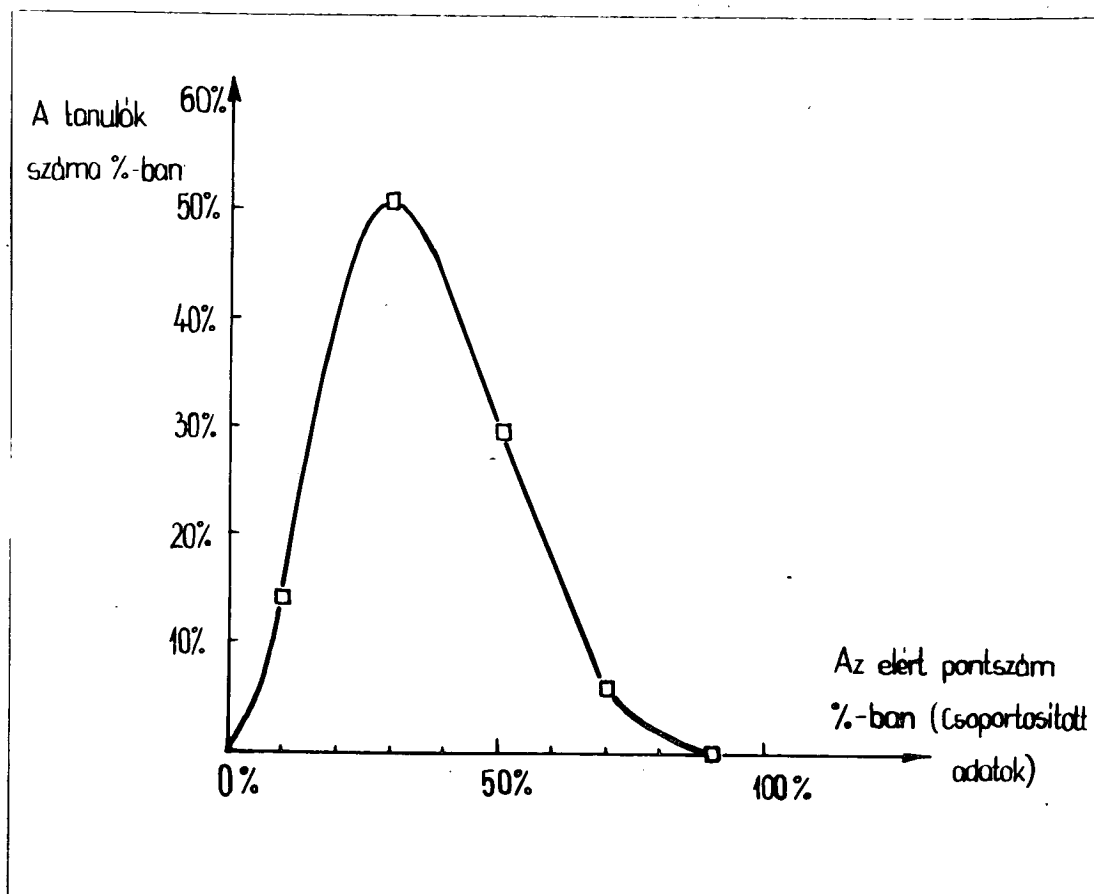
jük meg, hogy 1964-ben fizikai feladatok megoldásának kérdésével /43; 79-83.old./ foglalkozva, végeztünk egy felmérést, amelyben gimnáziumi tanulók véleményét gyűjtöttük össze a fizikai feladatok megoldásának problémáival kapcsolatban. A Szegedi Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium és a Salgótarjáni Madách Imre Gimnázium 286 tanulójának adatait dolgoztuk fel. Ezen a helyen a tanulóknak feltett kérdések közül csak egyetlen kérdésre adott válaszokra hivatkozunk, nevezetesen: "Eddigi tanulmányaid során fizikai feladataidnak kb. hány %-át tudtad önállóan megoldani?" (A részletes adatokat, amelyeket a tanulók szubjektív véleménye alapján nyertünk a 3.sz. melléklet 1. táblázatában közöljük. (Abból a célból, hogy a kapott válaszok eredményét matematikai formába öntsük, X-szel jelöltük az önállóan megoldott feladatok %-ban kifejezett számát, és Y-nal az X % feladatot önállóan megoldó tanulók számát. Ebben az esetben Y valószínűségi változó. Cé-lunk ezen valószínűségi változó megfigyelt értékei alapján Y empirikus sűrűségfüggvényének a meghatározása. Az empirikus sűrűségfüggvény meghatározásakor Rényi Alfréd: "Valószínűségszámítás" c. Könyve alapján jártunk el /35; 344.old./ . Felrajzolva ezt a függvényt (9,1. ábra) és egy-bevetve az ugyanakkor szerzett fizika érdemjegyek 3,14-es átlagával (részletes adatok a 3.sz. melléklet 2. táblázatában), megállapíthatjuk, hogy a tanulók saját, befolyá-solásmentes véleményük szerint rosszabbul állnak az önál-



9,1.- ábra

dó probléma-megoldás terén, mint azt tanulmányi eredményük alapján tőlük elvárhatnánk. Hiszen a 9,1. ábra szerint a tanulók zöme a kapott feladatoknak csak 20-30 %-át tudja önállóan megoldani, tehát a sűrűségfüggvény maximuma a gyenge eredmények felé tolódik el, ugyanakkor a tanulmányi eredmények átlaga 3,14. Ez csak úgy lehetséges, hogy az érdemjegyek sokkal inkább a reprodukáló-, mint az önálló gondolkodás jegyében születtek. Tehát a tanulók szubjektív véleménye szerint is, az önálló gondolkodás fejlesztése terén még sok a tennivaló.

Hasonló az eredménye Valkusz Pál 1967-ben, tehát 3 évvel később végzett felmérésének is /37/. Ennek a felmérésnek az volt a célja, hogy több, mint 1000 VIII.o. általános iskolai tanuló munkája alapján felmérje fizika-tudásukat. Ebből a felmérésből vettük át az alábbi adatokat. A mérés alapját 16 kérdésből álló, névtelenül kitöltött feladatlapok képezték. A 16 kérdésből mi csak a 13. és 16. kérdésre adott válaszok eredményét vettük figyelembe, ugyanis ezek olyan fizikai kérdések és feladatok voltak, amelyek a probléma-megoldás körébe sorol-



9,2. ábra

hatók. (Részletes adatok a 4.sz. melléklet 1. táblázatában.) Az idézett fenti felméréshez hasonlóan ábrázoltuk az empirikus sűrűségfüggvényt (9,2. ábra). Ezt ugyancsak összehasonlítottuk a tanulók fizika érdemjegyeinek 3,36-os átlagával (részletes adatok a 4.sz. melléklet 2. táblázatában), és megállapítottuk, hogy emellett az átlageredmény mellett a tanulók 90%-ának nem haladta meg eredménye a maximális pontszám 50 %-át. Ez a felmérés tehát ugyancsak lemaradást mutat az ismeretek önálló alkalmazása terén. Ezekkel az adatokkal is azt kívántuk alátámasztani, hogy miért fontos a probléma-megoldó gondolkodás módszeres művelésével foglalkozni.

10.§. A Tolnai Gimnázium 10 évi rádiósköri és laboratóriumi munkája

Végül, bezárva a megvizsgált szakkörök sorát, szólnunk a Tolnai Gimnázium rádiósköri és laboratóriumi munkájáról, amelyről az 1956-66-ig terjedő időszakra a gimnázium igazgatója számolt be a munkáltató oktatással kapcsolatos összefoglalójában. Az 1959-60-as tanévben, az iskola 10 tanulója elkészített egy működő, távirányítású hajómodellt, amely külsőre a Lenin atomjégtörő 1:40 arányu kicsinyített mása.. Megépítése 200 munkaórát vett igénybe, és ezalatt az építők értékes betekintést nyertek az elektronika, távvezérlés tudományába. 1961-ben

NIM rendszerű játékgépet készítettek, ami a "2"-es számrendszer titkaival ismertette meg a tanulókat. 1962-ben Pavlov-féreflexeket demonstráló elektromos kutyát építettek fotocellás megoldással. 1963-ban pedig 130 tanuló összehangolt munkájával elektromos orgonát építettek. Az utóbbi munka szakmai értéke mellett rendkívül nagy nevelő hatásu volt, igen sok és különböző: fém-, szerelési- és elektromos munkában járatos tanulót foglalkoztatott, s mind emellett jól példázza a Tolnai gimnázium esete, hogy a munkához való helyes hozzáállás milyen nagyszerű eredményeket hozhat létre egy kis vidéki iskolában is.

Összegezve tapasztalatainkat, szükségesnek látjuk, hogy foglalkozzunk a módszeres fizikai feladatmegoldás kérdésével, és hogy tapasztalatokat szerezzünk - saját kísérletünk nyomán - mennyire lehet a kísérletező szakkörök esetében a - kutatómódszer alkalmazásával - a tanulók önállóságát fokozni.

B) A módszeres fizikai feladatmegoldás a probléma-megoldó gondolkodás szolgálatában

11.§. A probléma-megoldó gondolkodás folyamatáról

A 159/1960 /MK 16/ MM.sz. utasításhoz csatolt 9.sz. melléklet többek között a következőket mondja: "A fizika tanítás hatásfokának növekedése elsősorban a tanulók ön-

álló gondolkodásának, természettudományos szemléletének és materialista világnézetének fejlődésében mutatkozik majd meg, valamint annak mértékében, ahogyan szerzett ismereteiket elméleti, vagy gyakorlati problémák megoldásában alkalmazni képesek." Ahhoz tehát, hogy növekedjék a fizikatanítás hatásfoka, a tanítás-tanulás folyamatának olyannak kell lennie, hogy elősegítse a fenti fejlődést és alkalmat adjon elméleti- és gyakorlati problémák megoldására. Természetesen nem szorítkozhatunk ezzel kapcsolatban kizárólag a tanítási óra keretére, hanem a tanulók önálló otthoni és a tanítási órán kívüleső szakköri munkáját is ennek megfelelően kell megszerveznünk.

A szakköri foglalkozásokon tervszerű gyakorlás során megismertethetjük a tanulókkal a fizikai gondolkodás egyes általánosabb utjait és biztosíthatjuk ezáltal ismereteiknek - a tanítási óra lehetőségeinél szélesebb körű - alkalmazását, mind elméletben, mind gyakorlatban. Az ismeretek önálló alkalmazását ebben a fejezetben a fizikai feladatok megoldásának területén vizsgáljuk. A módszeres feladat-megoldás a legjobbakat elindíthatja a "produktív gondolkodás" útján. Természetesen ez utóbbin sem kiemelkedő gondolkodási tevékenységet értünk, hanem csak azt a képességet, hogy a tanulónak sikerül egy-egy bonyolultabb feladat esetében annak lényegét önállóan megtalálni, tehát valami szubjektív újat létrehozni. Ezért az alábbiakban a fizikai feladatok megoldását az általánosabb "prob-

léma-megoldó gondolkodással" vetjük egybe és részletesen bemutatjuk a fizikai feladatmegoldás néhány fontosabb elvét.

"A probléma-megoldás csakugy gyakorlat kérdése, mint az uszás, sizés, vagy zongorázás" /34; 9.old./ . Pólya Györgynek ez a megállapítása is arra késztet bennünket, hogy próbáljuk feltárni, tudatosítani a fizikai feladatmegoldás csomópontjait annak érdekében, hogy a szükséges "szellemi edzéseket" kellőképpen meg tudjuk szervezni.

A "probléma-megoldó gondolkodás" kifejezés elemzését a "gondolkodás" meghatározásával kezdjük. "A gondolkodás nem egyéb, mint a már meglévő ismereteink által közvetített feladatok megoldása mégpedig oly módon, hogy ezekből az ismeretekből valamilyen következtetést vonunk le." /22; 28.old./ . Eszerint a gondolkodást olyan válaszadásnak kell tekinteni, amelyhez nem elég észlelés, emlékezet, tapasztalat, hanem olyan logikai eljárás is szükséges, amelynek során egy, vagy több ítélet alapján további új ítéletet (ítéleteket) alkotunk.

A probléma a gondolkodástól elszakithatatlan, olyan helyzetet jelent, amelyben bizonyos célt akarunk elérni, de a cél elérésének az útja számunkra rejtve van. "A problémákat mindig az jellemzi, hogy a benne felismerhető adatok látszólag nem egyeznek meg a kívánt, a keresett adatokkal" /22; 48.old./ , azaz látszólag semmit sem mondanak, a keresett adatokról, jóllehet magukban hordják azok meghatározásának lehetőségét.

A problémáknak ezt az ellentmondásosságát, csak a gondolkodás által oldhatjuk fel; a problémák olyan kérdések, ill. feladatok, amelyekre a feleletet nem lehet pusztán észlelés, vagy emlékezet, vagy mindkettő alapján megtalálni, általában megindítják a gondolkodást. Igaz ennek a megfordítottja is, ugyanis ha az emlékezet, tapasztalat elég a válaszadásra, akkor nem beszélhetünk gondolkodási tevékenységről, csak a pszichológiai tanulás igénybevételéről. A felfogott problémák mindig megindítják a gondolkodást, a probléma meglátása, felfogása azonban nem természetes, nem biztos, hogy bekövetkezik. A "problémalátás", a nevelés egyik nagy feladata. Problémát felvethet a gyakorlat és az elmélet is, megoldásához mindig gondolkodásra van szükség. A probléma-megoldás tehát gondolkodási folyamat, amely általában a probléma-megismerésével, felfogásával kezdődik, és ha a problémát megoldottuk, akkor lezárul, ha nem, akkor a probléma megoldásának feladásával végződik.

Lénárd Ferenc /22/ a gondolkodási folyamatok részletes vizsgálata során, azokat jól elkülöníthető gondolkodási lépésekre bontotta, amelyeknek véleménye szerint ket-tős szerepük van. Egyrészt a probléma-megoldás egésze szempontjából, másrészt az egymás mellett lévő két-három gondolkodási lépés együttese szempontjából. Ennek megfelelően beszél a gondolkodási folyamat makrostrukturájáról (ezt adják a gondolkodási fázisok), és a gondolkodás mikrostrukturájáról (ezeket nevezi gondolkodási műveletek-

nek). Anélkül, hogy részletekbe bocsátkoznánk, felsoroljuk ezen általános probléma-megoldás vizsgálatból adódó makro-, ill. mikrostruktúra elemeket, majd kapcsolatba hozzuk konkrétan a fizikai feladat-megoldás problémájával.

Gondolkodási fázisok:

1. Ténymegállapítás: a probléma egyes adatára, vagy az egész problémára vonatkozó megállapítás.

2. A probléma módosítása: "a legtöbb probléma csak abban az esetben oldható meg, ha a gondolkodó ember aktivitása nem merül ki abban, hogy a probléma adatait és összefüggéseit leolvassa, hanem azon a megoldás érdekében célszerű változtatásokat is végrehajt". A helyes változtatások a megoldás útját egyengetik.

3. A megoldási javaslat: konkrét javaslat, vagy javaslatok a probléma megoldására, amelyek közül a hibásakat elvetjük és végül a megoldáshoz vezetőt tartjuk meg.

4. Kritika: a felvetett ténymegállapításokkal, módosításokkal és megoldási javaslatokkal kapcsolatban állást foglalunk, helyesnek, vagy helytelennek tartjuk, kritikával illetjük.

5. Mellékes mozzanatok említésén: olyan megjegyzést értünk, amely látszólag nincs kapcsolatban a problémával, viszont mindig jelzi, ha a probléma megoldójának gondolkodása, esetleg zsákutcába került.

6. Csodálkozás, tetszés: kedvező hozzáállást válthatnak ki a probléma megoldásához.

7. Bosszankodás: címen gyűjthetjük össze mindazokat a

zavaró motivumokat, amelyek a sikertelen próbálkozásokat kísérik: idegesség, türelmetlenség, kellemetlen érzés, bosszúság, düh stb.

8. Kétkelés: ez kettős értelmű lehet, kétkelhetünk a probléma megoldhatóságában, vagy saját képességeinkben.

9. A munka feladása: a gondolkodás időleges, vagy teljes megszakítását jelenti.

Ez utóbbi érzelmi kategóriák nem tevékenységek, csupán azok kísérő jelenségei. A problémák megoldása során az értelmi és érzelmi bázisok bonyolult sorrendben, összefüggésben szerepelnek.

Gondolkodási műveletek:

"Az egyes gondolkodási lépésekre ... nemcsak az a jellemző, hogy a gondolkodási fázisok szerepét öltik magukra, hanem az is, hogy az egyes gondolkodási lépések, ezzel egy időben, mint gondolkodási műveletek segítik elő a gondolkodási fázisok kiformálását és így a problémák megoldását" /22; 233.old./ . A gondolkodási műveletekről, azok pusztá felsorolásánál egyrészt azért mondunk kissé többet, mert ezen műveletek elnevezése, és az elnevezések mindennapi tartalma bizonyos eltérést mutat, másrészt azért, mert dolgozatunkban még felhasználjuk ezeket.

1. Analízisről akkor beszélhetünk, ha egy problémát, jelenséget úgy bontunk részekre a gondolkodási folyamat során, hogy az egyes részek a széttagolás után önállóan is lé-

teznek, külön egységet alkotnak. Tehát pl. valamely tárgy tulajdonságának a megjelölését - mivel az önállóan nem létezik - nem tekinthetjük analízisnek. Ez a részekre bontás történhet gondolatban, és cselekvésben is, attól függően, hogy kinél melyik a célravezetőbb.

2. A szintézis az analízis ellentétes művelete, ami az analízis során széttagolt részek gondolatban, vagy cselekvésben történő összekapcsolását jelenti. Ugyanazon gondolkodási folyamatnak a két oldala ez, kölcsönösen összefüggnek, feltételezik egymást.

Az analízis és szintézis a legalapvetőbb gondolkodási műveletek, a bonyolultabb gondolkodási műveletek szinte egytől egyig az analízisre, és szintézisre épülnek.

3. Az absztrahálás az analízishez hasonló művelet, amely során szintén egy-egy probléma, jelenség, vagy tárgy valamely részét emeljük ki, azonban ez a rész nem alkot önálló egységet, jöllehet a tárgy vagy jelenség reális tulajdonsága, de attól leválasztva önállóan nem létezik.

4. Összehasonlításnak nevezzük azt a gondolkodási műveletet, amellyel két vagy több tárgy, jelenség azonosságát, vagy különbségét tárjuk fel. Összehasonlítással általában mélyebb ismerethez nem juthatunk, mélyebb ismeretek megszerzését az analízis, szintézis sokkal inkább lehetővé teszi.

5. Elvont adatok összehasonlításának nevezzük azt a gondolkodási műveletet, amelynek során nem az egész tárgy,

vagy jelenség azonosságát, vagy különbségét állapítjuk meg, hanem csak két vagy több tárgy, ill. jelenség bizonyos adatának, tulajdonságának az azonosságát, vagy különbségét. Ez a gondolkodási művelet, több más gondolkodási műveletből tevődik össze, mint pl. az elvonás, összehasonlítás és szintézis.

6. Az összefüggések felfogásán olyan gondolkodási műveletet értünk, amellyel két tárgy, vagy jelenség közötti kapcsolatot konkrétan megnevezünk. Pl: ok - okozat, lényeges - lényegtelen, feltétel - következmény, kisebb - nagyobb, egyenlő, hasonló, ellentétes stb. .

7. Kiegészítésnek nevezzük azt a gondolkodási műveletet, amelynek segítségével tárgyak, jelenségek és valamely reláció ismeretében megtaláljuk a relációnak megfelelő másik tárgyat, jelenséget.

8. Az általánosítás valamely konkrét adathoz a fölérendelt adat megkeresését jelenti. Lényegében felfoghatnánk kiegészítésnek is, hiszen egy adat és az alá - és fölérendeltségi reláció segítségével keresünk egy újabb adatot, fontossága miatt azonban külön gondolkodási műveletnek tekintjük.

9. A konkretizálás az általánosítás gondolkodási műveletének az ellentéte. Alárendelt adat keresését jelenti egy másik adat és a reláció ismeretében.

10. A rendezés tárgyak, jelenségek egyes csoportjaiból bizonyos szempont alapján a megfelelők kiválasztását jelenti. Összetett gondolkodási művelet, amely tartalmazza az elvonás, általánosítás, konkretizálás, analízis és szintézis

műveleteit.

11. Az analógia művelete az "összefüggések felfogásának" és a "kiegészítés" gondolkodási műveleteinek egymásutáni alkalmazása.

Az általános probléma-megoldás makro-, ill. mikrostrukturájának elemeit áttekintve rátérünk a fizikai feladat-megoldás kérdésére, amely legtöbb esetben problémát jelent a tanulók számára, azonban iskolai tantárgyhoz való kapcsolódása miatt speciális tulajdonságu. Így jóllehet ebben az esetben is érvényesek a gondolkodásra általánosan jellemző tényezők, tehát, hogy a gondolkodási folyamat gondolkodási lépésekből tevődik össze, amelyek a gondolkodási fázisok és műveletek alakját veszik fel, mégis az "iskolai gondolkodást" sokkal inkább meghatározzák a megszerzett ismeretek és a tárgyi tudás.

12.§. A probléma-megoldás menete fizika feladatok megoldása esetében

A fizikai feladatmegoldásnak, mint elméleti kérdésre vonatkozó problémamegoldásnak, elsősorban megfelelő tárgyi tudás, továbbá az a feltétele, hogy a feladat-megoldó eljárás ne esetleges, hanem olyan tudatos gondolkodási tevékenység legyen, amely a tapasztalat szerint általában célravezető. Ezért az alábbiakban "részletesen kifejtjük, hogy mit értünk "megfelelő tárgyi tudáson", ill. javaslatot adunk a fizikai feladatok megoldásának menetére.

A tárgyi tudás a fizikai elmélet ismeretét jelenti.

Ez az ismeret azonban nem maradhat a reprodukció keretei között akkor, ha valamilyen problémát kell megoldani. Ahhoz, hogy érzékeltetni tudjuk milyen követelményt jelent ez, vessünk egy pillantást a fizika elmélete keletkezésének kérdésére. Valamely fizikai elmélet helyességét az dönti el, hogy a megfelelő logikai (matematikai) lépések végrehajtása után kapott adatok (számok) mennyire egyeznek a megfelelő mérések eredményeivel. Tapasztalatból tudjuk, hogy az elmélet segítségével megalkotott eredmény sohasem abszolút pontos, hanem csak közelítő pontosságu. Ennek az oka, hogy az elméletben nem szerepel a valóságban fellelhető, az adott jelenséggel kapcsolatos minden összefüggés, hanem csak bizonyosak, az un. lényeges összefüggések. Ezek felderítéséhez természetes út a meglévő ismeretanyag-ra támaszkodó valamely hipotézis felállítása, amely rendszerint több módosítás után emelkedik elmélet rangjára (azaz tartalmazza valóban a lényeges összefüggéseket), ha a mérésekkel az adott hibahatáron belül összhangban van. Pólya György /34; 69.old./ véleménye szerint a fizikusoknak ezen a téren "két ellentétes veszélyt kell kikerülniök: nem tehetik a matematikai feladatot tulságosan nehézé, de nem is egyszerűsithetik le tulzott mértékben a fizikai helyzetet". Ilyen módon idealizált testeket, modelleket alkotunk, és alkalmazunk. Pl. merev test, pont-töltés, lineáris (vékony) vezeték, stb., amelyek akkor jönnek létre, amikor bizonyos összefüggéseket megtartunk, másokat pedig el-

elhanyagolunk. Ez a kiválasztó tevékenység rendkívül fontos, mert ezzel ragadjuk meg az adott szempontból a probléma lényegét.

Az elmélet és az elmélet keletkezésének ilyen fokon álló ismerete elsősorban a tanár feladata. A fizika tantárgy, már eleve a megfelelően kiválasztott modelleket és ezekhez kapcsolódó törvényeket tartalmazza. E törvények megtanítása során azonban nem maradhat el érvényességi feltételeiknek tisztázása, mert különben a tanuló előtt nem áll világosan a valóság, és azon sokszoros absztrakció közötti kapcsolat, amely absztrakciót kénytelenek vagyunk alkalmazni ahhoz, hogy a jelenségeket le tudjuk írni. Ha ezt elmulasztjuk, akkor mesterségesen ürt alakítunk ki a tapasztalt jelenségek, a tanuló empirikus ismeretei és a megismert elmélet között. Mivel a feladatmegoldás során rendkívül leegyszerűsített formában a jelenség fizikai lényegének megragadása a tanuló feladata, azért erre meg kell tanítani. A fizikai lényeg megtalálása végsősoron a megfelelő törvényszerűség matematikai alakjának megtalálásához is elvezet és ettől kezdve a feladat megoldása általában már csak kisebb foku nehézséget jelent. Azt a tátongó ürt kell tehát kitöltenünk, amely a feladat megértése és a képlet megtalálása között van. Segítséget nyújt ehhez az alkalmas modellek megkeresése, melyekkel a feladat megoldása lehetségesé válhat.

Példaképpen néhány elektromosságtani középiskolai feladattal kapcsolatos, fontosabb modellt sorolunk fel, ame-

lyekre a tankönyv és a feladatok anyaga épül. Ezeket a modelleket a tanár és a tanuló is a tankönyvben készen kapja, de ha a tanítás során nem kapcsoljuk a valósághoz, mint annak egyszerűsített, absztrakt változatát, akkor a fizika háttérbe szorul és néhány képletté silányul. Ezért idézünk az alkalmazott modellekből a tanár számára, aki szem előtt tartva ezeket, tanítványait alapvető ismeretekhez juttathatja és kialakíthatja bennük a meglevő ismereteik bővítésének igényét is, a valóság jobb megismerése céljából. Azonkívül olyan gondolkodásmódhoz juttathat, amelynek birtokában a tanulók önálló megismerési tevékenységre lesznek képesek. Az elektromágneses tér elméletének szokásos fejezetei: sztatikus tér, stacionárius áramok tere, kvázistacionárius áramok tere, gyorsan váltakozó elektromágneses tér. Ezek legegyszerűbb törvényeit ismerik meg a tanulók. A sztatikus elektromos tér elméletében az elektromosan töltött test egyik legegyszerűbb modellje a ponttöltés, valamivel bonyolultabb már a felületén töltött gömb. A sztatikus tér modelljei közül pedig legegyszerűbbek: az egyetlen ponttöltés (inhomogén) tere, a ponttöltések rendszerének tere és a sokszor alkalmazott homogén elektromos erőter. Modellnek tekinthető a stacionárius áramok tere is. Ezen a fejezeten belül legegyszerűbb idealizálás a lineáris vezeték, vékony huzal fogalma (realizálása a gyakorlatban használt legtöbb vezeték), amelyek alkalmazását feltételezve a vezeték keresztmetszetét is figyelembe vevő áramsűrűség vektor helyett áramerősséggel dolgozhatunk. A végtelen vezető-sík és a

szolenoid ugyancsak modell, amely gyakran megkönnyíti a problémák kezelését. A valóság leegyszerűsítése az is, hogy az összekötő vezetékeket sokszor elhanyagolható ellenállásúnak vesszük. A kvázistacionárius áramok terével kapcsolatban is szokás lineáris és nem lineáris vezetőről beszélni. A váltakozó áramok csoportosításával a legegyszerűbb modellnek a tiszta szinuszos váltakozó áram tekinthető, bonyolultabb modellek a tetszőleges, de periodikus és a nem periodikus váltakozó áramok. A kvázistacionárius áramok tekintetében az áramkörök legegyszerűbb modelljei a csak ohmikus, vagy kapacitív, ill. induktív ellenállást tartalmazó áramkörök, bonyolultabbak az ezek kombinációjából felépített körök. A gyorsan változó terek egy-egy részproblémájának, pl. az optikának vizsgálata során az izotóp és anizotróp szigetelő közegben végbemenő jelenségeket vizsgálhatjuk a sugároptika, vagy a hullámoptika keretein belül, véges, ill. végtelen síkhullámok, vagy a gömb- (henger) hullámok modelljével dolgozva. Az elektromágneses tér energiájának elektromágneses hullámok formájában történő kibocsátásával és elnyelésével kapcsolatban felmerülő kérdéseket a dipólus fogalma segítségével tehetjük bizonyos fókig érthetővé. A tankönyvben a gyorsan változó terekkel kapcsolatos kérdések inkább kísérletileg és jóformán csak kvalitatíve szerepelnek. Természetesen a geometriai optikára ez nem vonatkozik, mert a "vékonylencse" és a "tükör" modellje segítségével igen sok egyszerű és szép feladat konstruálható.

Ezeknek a modelleknek megfelelő mélységű elsajátítatását nagymértékben elősegíti a modell realizálási lehetőségével való külön foglalkozás. Pl. elég nagy távolságból valamely töltött test pontszerűnek tekinthető; vékony vezető az elegendő mértékben hosszú és kis keresztmetszetű fémhuzal; szinuszos váltakozó-áramot kapunk homogén mágneses térben elhelyezett vezetőkeret egyenletes forgatásával stb. Különösen hasznos, ha a tanár mindezt szemléltetéssel, megfigyeléssel, kísérlettel párosítja. Amennyiben mindent elkövettünk, hogy a fizikai modellek elevenen éljenek a tanulók emlékezetében, már "csak" a feladat-megoldás menetével és szabályaival kell tisztában lenniük. Természetesen ezek a szabályok nem lehetnek túl merevek, mivel nem kizárólagosan célravezetők. Mégis szükségesnek tartjuk őket, tekintettel arra, hogy a feladat-megoldó szakkörök célja, hogy a tanulók rutint szerezve tovább jussanak a feladat-megoldásban.

Fizikai feladat megoldásának menete igen sok esetben a következő: 1. A feladat megértése, 2.a) a feladat elemzése, 2.b) megoldási terv készítése, 2.c) a terv végrehajtása, a feladat matematikai megoldása, 3. ellenőrzés, kiválasztás, 4. diszkusszió.

1. A feladat megértése céljából a következő kérdésekhez szoktatjuk a tanulókat:

Van-e a feladat szövegében olyan kifejezés, fogalom, amelyet a tanuló nem ismer?

A feladat fizikai tartalma világos-e?

Mi a megoldandó probléma? (Pl. Mi a kiszámítandó mennyiség?)

Ezekre a kérdésekre adott válaszok és a szükséges kiegészítések, esetleg egy-egy adat módosítása alapján világosan kell állnia a tanuló előtt, hogy mi a feladat. (A fizika-feladatok "helyére illesztéséhez" nem elegendő az elméleti rész leckeszerű ismerete, hanem kellő gyakorlati, technikai ismerettel kell párosulnia, ugyanis a feladatok különböző technikai eszköz, -berendezés működéséhez fűződnek és ezek széleskörű ismerete nélkül nem kívánhatjuk meg még a feladatok felfogását sem.)

2.a) A fizikai feladat elemzése során célszerű először a megoldást nagyvonásokban, elvileg vázolni. Ez a kvalitatív elemzés a fizikai lényeg, első, talán legfontosabb megközelítése: a minőség meghatározása. Ezt követi a kvantitatív elemzés, ami a probléma mennyiségi megfogalmazása. Mielőtt részletesen foglalkoznánk ezekkel, megjegyezzük a következőket: a kvalitatív elemzés már a megoldáshoz juttat el bennünket, a fizikai kérdések esetében; fizikai feladatok megoldása során is az eredmény első közelítése, amelyet azonban a kvantitatív elemzés követ és végső soron ez juttat megoldáshoz.

A kvalitatív elemzés az, ami lényegesen megkülönbözteti a fizikai feladatot a matematikai feladattól. Ennek sokszínűsége, amelyet nem lehet számolással helyettesíteni, for-

mulákhöz rögzíteni, teszi éppen sokszor nehezzé a feladatot a tanulók előtt. Csak gyakran előforduló, célravezető eljárásokat tudunk felsorolni, de azok összességét nem. Éppen ez adja a feladatok kimerithetetlen gazdagságát, ami természetesen a tanítási órák viszonylatában leszűkül, és a szakköri- és verseny-feladatokban bontakozik ki sokféleségében. A kvalitatív elemzés célja a jelenség minőségének meghatározása. A minőség az adott tárgy vagy jelenség viszonylag állandó belső meghatározottsága, amely az illető tárgyat azzá teszi ami, és megkülönbözteti más tárgytól. A kvalitatív elemzés további lépésében a lényegest választjuk el a lényegtelenről. Pl. kézzel elhajított kő esetén lényeges az elhajított test, a hajítás, az elhajított test és a Föld gravitációs kölcsönhatása, s hogy e kölcsönhatás mértéke állandó. A minőségi meghatározottság szemszögéből lényegtelen a közegellenállás, a test esetleges forgása, deformációja, a Föld mágneses terében való mozgása, mert az utóbbi tényezők csak a mennyiségi viszonyokat változtatják meg. A kérdés mostmár az, hogyan hajtjuk végre a kvalitatív elemzést adott feladat esetében? Egyértelmű, általános törvénytámba menő választ erre hiába is keresnénk. Mégis vannak gyakran használható eljárások, ezekből sorolunk fel. Kiszemelhetünk egy-egy fizikai mennyiséget és megvizsgálhatjuk, hogy mely tényezőktől függhet; megvizsgálhatjuk a kölcsönhatásokat az energiaátalakulások-, a fogyás és növekedés-, a mozgató és fékező erők-, az elha-

nyagolások szemszögéből; egyensúly esetén gondolatban kimozdithatjuk a rendszert nyugalmi (stacionárius) helyzetéből és kérdezhetjük, hogy mely erők (körülmények) hatására tér vissza; elképzelhetjük a feladatot technikailag, vagy a megmérés szemszögéből stb. Bármelyik uton haladva cél: a feladat fizikai lényegének felderítése.

A jelenség fizikai lényegének kiválasztása önmagában nem állhat meg, hiszen csak következtetés (vagy következtetési láncolat) az, amit kaptunk. Az ellenőrzés első fokának tekinthetjük azt az eljárást, amelynek célja a következtetésnek a valósággal (kísérlettel, megfigyeléssel) való összehasonlítása. Ha ezen összehasonlítás azt eredményezi, hogy a logikailag meghatározott eredmény a valósággal egyező, akkor helyesen jártunk el. A jól ismert fizikai kérdések megoldása, amelyek eredménye nem számszerű, hanem a növekedés, fogyás, kisebb-nagyobb, létezhetsé, nem létezhetsé stb. relációk körül mozog, ezzel be is fejeződött. A fizikai feladatoknál, amelyeknél kvantitatív eredményre törekszünk, a fenti eljárást követi a kvantitatív elemzés. Ezen feladatok esetében is a minőség meghatározást (kvalitatív lényegnek nevezhetnénk), a probléma egyfajta megoldásának, a valóság megközelítése során kifejtett munkánk első lépcsőfokának tekinthetjük.

2.b) Miután a probléma fizikai lényegét megtaláltuk, s az ellenőrzés is sikeres volt, áttérhetünk a feladat mennyiségi felírására, amit kvantitatív elemzésnek nevez-

hetünk. A szerteágazó összefüggések közül már kiválasztottuk a megfelelőeknek gondoltakat, s van bizonyos tapasztalatunk is, következtetéseink megbízhatóságát illetően. Az eddig kvalitatív felhasznált törvények kvantitatív alakja segítségével, a matematika nyelvén fogalmazzuk át a feladatot. Figyelembe vesszük ezen törvények érvényességi körét, ami az alkalmas modell kiválasztását (bonyolultabb esetben megalkotását) jelenti, majd a feladatot a modell fogalmaival fogalmazzuk meg. Ezután az átfogalmazás után általában tisztán matematikai probléma áll előttünk. Számbavéve a meghatározandó mennyiségeket, megoldási tervünk kész, ezután következik tervünk végrehajtása.

2.c) A fizikai feladatok matematikai megoldásához a következőket jegyezzük meg anélkül, hogy a megoldástechnikát részleteznénk. Gyakran célszerű általánosságban számolni és csak a megoldás végén helyettesíteni be a konkrét számokat. (Alkalmas egységrendszer kiválasztása után.) Ez az eljárás (az említett kvalitatív elemzést követően) a feladat "fizikai jellegét" nem sérti. Előfordulhat azonban, hogy az általánosságban való számolás rendkívül bonyolult, ilyenkor helyesebb valamely közbülső adat (vagy adatok) konkrét kiszámítása. A számolás során a fizikai mennyiségek dimenzióit jelző szimbólumokkal is számolunk, ugyanugy, mint a számokkal (csak az összegezés nem változtat a fizikai mennyiség dimenzióján).

3. A megoldás helyességének ellenőrzése általában nagy gondot okoz a tanulóknak. Ez természetesen követke-

zik abból, hogy a fizikai feladatok megoldását megnyugtatóan elsősorban a kísérlet, megfigyelés során kapott mérési eredményekkel való összehasonlítás alapján lehet ellenőrizni. Erre az iskolai gyakorlatban nem sok lehetőség van, s ezért előtérbe kerül egy másik, koránt sem ennyire meggyőző módszer: más megoldási utat is keresünk. (Pl. ha egyrészt az energiamegmaradás törvénye alapján-, másrészt a Newton axiomák segítségével gondolkozva, azonos- eredményre jutunk, akkor eljárásunkat bizonyos fokig helyesnek mondhatjuk.) Értékes ellenőrzési mód az általánosságban végzett számolás eredményének vizsgálata, egybevetése kvalitatív meggondolásainkkal, amint erről Pólya György /34; 46.old./ munkájában is olvashatunk. Bár nem a teljes ellenőrzésre, de bizonyos fokig alkalmas az un. dimenzió próba /33; 80-82.old./, ami durvább hibák ellenőrzését azonnal jelzi. A végeredménynek tankönyvben, feladatgyűjteményben megtalálható eredménnyel való összehasonlítási lehetősége lélektani szempontból hasznos, de csak akkor, ha azt bizonyos fenntartással fogadják a tanulók.

4. A diszkusszió a feladat megoldásának befejező lépése. A diszkusszió során elvégezzük az eredményül kapott függvény matematikai vizsgálatát. Megnézzük lehetne-e általánosítani, vagy pontosítani, tudnánk-e másik feladatot vagy feladatokat készíteni a már megoldott feladatból, konstruálható-e valamilyen műszer a megoldott feladat alapján stb.?

A javasolt, fenti megoldásmenettel kapcsolatban még megjegyezzük, hogy kvalitatív elemzést csak akkor tudnak végezni a tanulók, ha a fizikai törvények tanítása során nem elégszünk meg azok matematikai alakjának rögzítésével, hanem részletesen vizsgáljuk azt a fizikai mennyiségek egymásra gyakorolt (növelő vagy csökkentő) hatása szempontjából. Ez a követelmény közismert, ennek ellenére ismételten hangsúlyozni kívánjuk.- Főleg jó feladatmegoldókkal fordul elő, hogy a feladat megértése után rögtön felírják a helyes egyenleteket, anélkül, hogy a közbeeső lépéseket végrehajtanák. Ez azonban csak látszólagos kihagyás, mert hogyha a megoldás részletes leírására szólítjuk fel őket, szinte egyöntetűen a fenti sorrendben dolgozzák ki a feladatokat. A versenyfeladatoknál és általában az igényesebb feladatoknál követelmény a feladat fizikai lényegének rövid leírása, és a matematikai megfogalmazás indokolása.

A fentiekből kitűnik: mit jelent valamely probléma felfogása fizika feladat vonatkozásában (modell-alkotás, modell kiválasztás, -alkalmazás), továbbá az, hogy a problémamegoldás általános menete, hogyan specializálódik fizika feladat megoldása esetében. A párhuzam világosan igazolja, hogyan mélyíti a tanulók tárgyi tudását, műveli gondolkodásukat a feladat-megoldás. Nem szükséges megjegyzést fűzni ahhoz, mint felel meg egymásnak a ténymegállapítás, probléma-módosítása és a feladat megértése; a meg-

oldási javaslat és elemzés, tervkészítés, terv-végrehajtás, valamint a kritika és ellenőrzés, diszkusszió gondolkozási fázisa. Inkább arról kell szólnunk, hogy az ún. "mellékes mozzanatok"-nak mi a megfelelője a feladat-megoldásban. Röviden azt mondhatnánk, ide sorolható minden olyan lépés, amely nem a megoldás felé vezet, minden hiba. Jóllehet akkor, amikor optimális megoldási menetre szeretnénk javaslatot adni, erről nem szólunk, a feladat-megoldásra tanító tanár nem hagyhatja figyelmen kívül. A tanári tapasztalat gyűjteménye azoknak a "buktatóknak" is, amelyekkel a feladat-megoldók szembekerülnek. Éppen ezért hasznos, sőt szükséges újra és újra feleleveníteni az általában előforduló hibákat. Természetesen ez olyan irányból jelent segítséget a tanulóknak, hogy egyre jobban tudatosodik bennük, mi az amire különös gondot kell fordítaniuk akkor, amikor önmagukat ellenőrzik. Itt tehát nem arra gondolunk, hogy a legtöbb kudarc oka az, hogy hiányzik a megfelelő ismeret, vagy kellő mennyiségű gyakorlás, hanem arra, hogy az ellenőrzésnél fontos meggyőződni arról, helyesen értelmeztem-e a feladatot, valóban a megfelelő technikai berendezésre gondoltam-e, megfelelően összehangoltam-e különböző fizikai mennyiségek egységeit, következetesen számoltam-e a dimenziókkal, gondoltam-e arra, hogy a kapott matematikai eredménynek (általános megoldás esetén) mi a fizikai tartalma, reális-e a megoldás végeredménye stb. Továbbá hiányoznak az általunk vázolt megoldási javaslatból, ill.

a feladat-megoldás gondolkodási fázisaiból azok az érzelmi tényezők, amelyeket: csodálkozás, tetszés, bosszankodás, kételkedés szavakkal jellemezhetünk. Természetesen a valóságban nem hiányoznak ezek a tényezők sem. Ezzel kapcsolatban három dolgot kívánunk megjegyezni, Véleményünk szerint első és legfontosabb, hogy a tanuló érdekelt legyen, valamely feladat, probléma megoldásában. Itt az érdekeltségnek igen széles skálája jelentkezik a tanulásban való előrehaladástól kezdve, a feladat-megoldás szellemi sportnak való felfogásáig. A másik fontos tényező az, hogy a probléma felvetése, érdekes, fizikában "divatos", korszerű kérdés legyen, Igen értékes, ha a tanuló gyakorlatból, ismeretláncolatának hiányosságából fakad a feladat-megoldás, vagy valamilyen konstruktív, kísérleti munka velejárója. S végül, de nem utolsósorban említjük meg a siker érzését. Ez minden eredményes munka velejárója és a feladat-megoldás terén is a lehetőségek széles skáláját biztosítja: a jó fizika jegytől kezdve, a nemzetközi olimpiákon való sikeres szereplésig. A gondolkodási fázisok között felsorolt "munka feladása" elem is sok változatban előfordulhat a feladat-megoldás során, és attól függően, hogy a tanár hogyan kezeli, különböző eredményekhez vezethet. A munka könnyebb feladásához, pl. hiányos ellenőrzés esetén, ami végül is elpusztítja a még meglévő kedvet, tudást is, vagy a munka időleges feladásához, ami a probléma égettévé válását jelenti, újabb és újabb nekirugaszkodáso-

kat eredményez, és végül igen értékes eredményhez vezet.

13.§. Egy általános iskolai fizika-feladatcsoport vizsgálata a gondolkodási műveletek szemszögéből

Miután megvizsgáltuk a gondolkodás makróstrukturáját a fizikai feladat-megoldással kapcsolatban, megjegyezzük, hogy a gondolkodás mikrostrukturájának felderítése ezen a területen még sokkal kevésbé történt meg. Jóllehet ezzel a kérdéssel kapcsolatban csak igen szerény vizsgálódásról adhatunk számot, mégsem tekintünk el tőle, ezzel is aláhuzva a fizika feladatok megoldásának fontosságát a tudatos gondolkodásra-nevelés szempontjából. A gondolkodási műveletek terén szerzett kellő rutin teszi lehetővé a probléma-megoldásban való jártasság kibontakozását.

A fenti kérdéssel kapcsolatban az alábbi kezdeti lépéseket tettük meg. Megvizsgáltuk az általános iskolai fizika tananyag hőtani fejezeteinek, a VI. osztály anyagából "A testek felmelegedésével és lehűlésével járó fizikai változások" és a VII. osztály anyagából "Az energia. Az energia átalakulása, megmaradása" c. fejezetek 51 feladatából a szempontból (felsorolásukat 1! az 5.sz. mellékletben), hogy megoldásaik során a megoldóknak milyen gondolkodási műveleteket kell elvégezniök. A feladatokat a fenti fejezetekből tetszőlegesen választottuk ki, ezért megoldásaink valamennyi VI., VII. osztályos tankönyvi hőtani feladatra jó közelítéssel érvényesek. Meg kell még jegyeznünk azt,

hogya a "Tanterv és Utasítás" követelményeinek megfelelően a VI. osztályos tankönyvben kizárólag csak fizikai kérdéseket találunk és a VII. osztályos tankönyvben is a feladatoknak mindössze 20 %-a számításos feladat.

A kiválasztott feladatokat a megoldásuk során előforduló gondolkodási műveletek vizsgálata miatt, pl. a következőképpen oldottuk meg:

Első példa: "Miért felesleges a forrásban lévő ételt továbbra is nagy tűzzel melegíteni?"

Megoldás:

Gondolkodási művelet

Az étel forrása azt jelenti,

hogya a benne lévő víz forr.

Analízis

A víz forr, 100°C -os

Elvonás, összefüggések fel-
fogása (tárgy és tulajdonsága)

Ha nem melegíteném, tovább,

a környezetet lassan hűtené.

Analízis

Ahhoz, hogya az étel forrá-

sát fenntartsuk, elég any-

nyi hőt közölni vele, a-

Analízis, összefüggések fel-
fogása (feltétel - követke-
mény)

mennyit a környezetnek le-

ad.

Ehhez elegendő kis tűz is.

Szintézis

Nagy tűz esetén sem lenne

Analízis

az étel 100°C -nál melegebb,

csak gyorsabban forrna.

Második példa: "A folyadékok térfogatváltozását vizsgáló kísérletekben megfigyelhetjük, hogy a csőben lévő folyadék felszine a melegítés kezdetekor néhány pillanatra lesüllyed és csak azután emelkedik."

Megoldás:

Gondolkodási művelet

Olyan kísérletekről van szó, Általánosítás
amelyek a hőközta térfogatváltozás körébe tartoznak.

Az, hogy a folyadék felszine Elvonás
süllyed azt jelenti, hogy
pillanatnyilag a térfogatok
"viszonya" megváltozott.

Vagy a folyadék huzódott össze Analízis
és az edény térfogata nem
változott, vagy az edény térfogata
tágult ki és a folyadék
térfogata nem változott.

Hőközlésre a folyadéknak általában Összefüggések felfogása
tágulnia kell. (ok-okozat)

Nem tágult a folyadék, tehát Kiegészítés
nem kapott még elég hőt.

Mivel a folyadék-szint lejjebb Összefüggések felfogása
ment, az edény kitért. (ok-okozat)
Hőt kapott.

Az edény hamarabb tágul, Szintézis
mint a folyadék.

Valamennyi feladat megoldását ezen a helyen nem részletezzük, csupán a feladatok megoldásához szükséges gondolkodási műveletek felsorolását foglaljuk össze, három táblázatban. Külön a VI., ill. VII. osztályos feladatok esetében és összesítve ezeket. A 13,1. és 13,2. táblázat első oszlopában a feladatok sorszámai szerepelnek. Minden feladatnak egy-egy sor jut a táblázatban, amelyekben a megoldásban szereplő különböző gondolkodási műveletek előfordulásának számát tüntetjük fel. Az egyes sorok végén található legutolsó szám (amelyek az utolsó oszlopot adják) a feladat megoldásában szereplő összes gondolkodási műveletek számát mutatja. Pl. a 3. feladat megoldásában a táblázat szerint egy analízis, egy szintézis, egy elvonás, két összefüggések felfogása, egy általánosítás és egy konkretizálás, tehát összesen hét gondolkodási művelet szerepel. Az utolsó előtti sorban összegeződnek az egyes gondolkodási műveletek előfordulásának számai, ill. az utolsó szám az összes feladat megoldása során előforduló gondolkodási műveletek számának összegét adja. Az összes gondolkodási műveletek számát (VI. osztályos feladatoknál 134, VII. osztályosoknál 86) 100 %-nak véve, a táblázatok utolsó sora az egyes gondolkodási műveletek százalékos előfordulását mutatja. Pl. a VII. osztályos feladatok megoldásakor 14-szer szerepelt elvonás, ami az előforduló gondolkodási műveletek 16 %-a.

A VI. osztályos hőtani feladatok megoldásában szereplő
gondolkodási műveletek összesítése

13,1.táblázat

Sorszám	I. analízis	II. szintézis	III. elvonás	IV. összehasonlítás	V. elvont adatok összehasonlítása	VI. összefüggések felfogása	VII. kiegészítés	VIII. általánosítás	IX. konkretizálás	X. rendezés	XI. analógia	Összesen
1			1		1	1				1		1
2			1									3
3	1	1	1		3	2	1	1			1	7
4	1	1				3						9
5								1	1			2
6					2	1					2	5
7			1		1	1						3
8											1	1
9	1	1	1			1					1	5
10	1	1			2	2		1	1			8
11			1		1						1	3
12	1		2			2		1				6
13	1	1			2			1			1	6
14	1	1				1						3
15	1	1				3						5
16	1	1	1			1						4
17					1					1		2
18	1				1	1					1	4
19	2	1			1	1						5
20	1					1						2
21	1	1	1			1		1	1			6
22	2	1	2			2						7
23	4	1	1			2						8
24	1	1	2			2		1	1			8
25	1	1	1			1		1				5
26	2	1						1	1			5
27			1							1		2
28										1		1
29										1		1
30										1		1
31	2	1	1	1		1						6
Össz.	26	16	17	1	15	30	1	9	5	6	8	134
%	19	12	13	0,5	11	22	0,5	7	4	5	6	100

A VII. osztályos hőtani feladatok megoldásában szereplő
gondolkodási műveletek összesítése

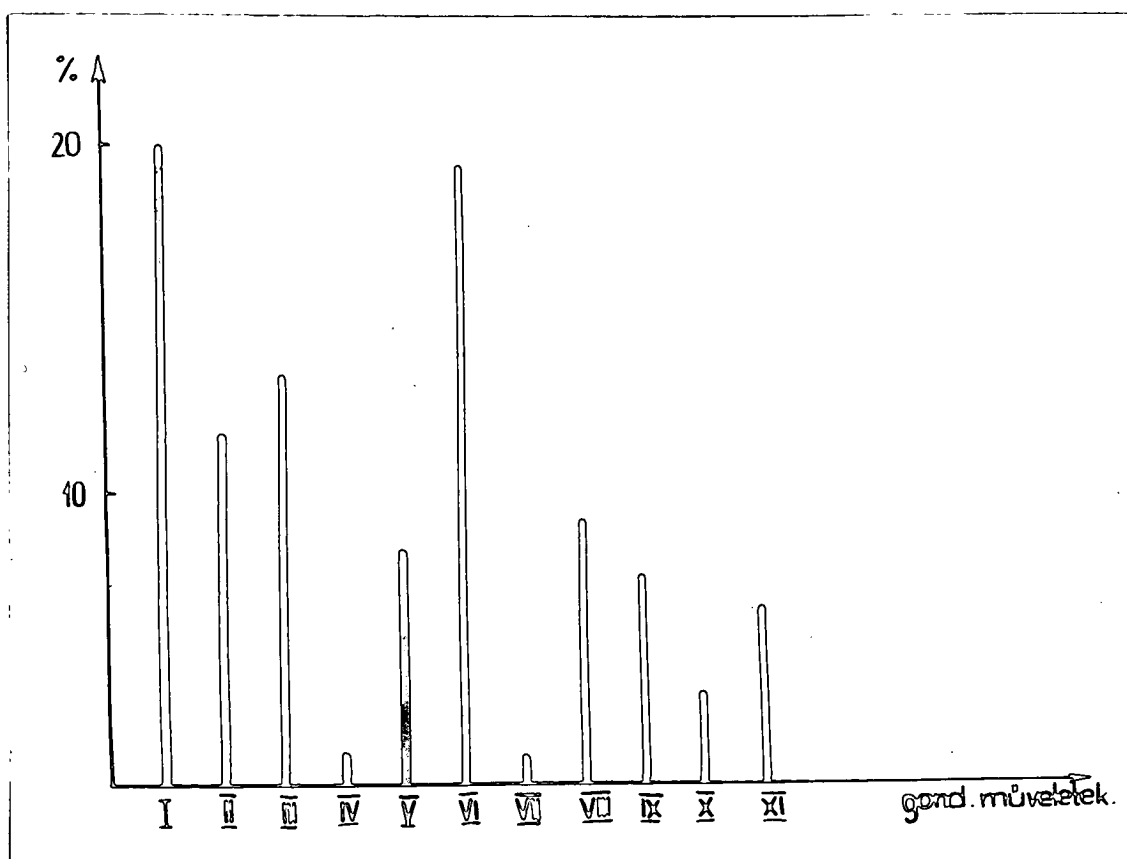
Sorszám	I. analízis	II. szintézis	III. elvonás	IV. összehasonlítás	V. elvont adatok összehasonlítása	VI. összefüggések felfogása	VII. kiegészítés	VIII. általánosítás	IX. konkretizálás	X. rendezés	XI. analógia	Összesen:
32	1	1	1								1	4
33	1	1	1	1				1	1		1	6
34			2			1					1	4
35						2					1	3
36	1					2					1	4
37	2							2	2			6
38			1	1	1							3
39	1	1	1									3
40	1	1	1									3
41	1	1	1			2		1				6
42										1		1
43	1	1	1					1	1			5
44						1		1	1		1	4
45	1	1	1					1	1			5
46						1		1	1		1	4
47	1	1	2			2						6
48	1	1			1	1		1	1			6
49	2	1	1					1	1			6
50	2											3
51	1	1	1					1	1			4
Össz.	17	11	14	2	2	12	-	11	10	1	6	86
%	20	13	16	2	2	14	-	13	12	1	7	100

13,2. táblázat

A 13,1. és 13,2. táblázat összesítése

VI. oszt.	26	16	17	1	15	30	1	9	5	6	8	134
VII. o.	17	11	14	2	2	12	-	11	10	1	6	86
Össz.	43	27	31	3	17	42	1	20	15	7	14	220
%	20	12	14	1	8	19	1	9	7	3	6	100

A 13,3. táblázat összességében tartalmazza a két osztály hőtani feladatainak megoldásakor előforduló gondolkodási műveleteket. A 13,3. táblázat adatait grafikusán ábrázolva (13,1. ábra) - az abszcissza tengelyen az egyes gondolkodási műveleteket, az ordináta tengelyen pedig százalékos előfordulásukat feltüntetve - a következőket állapíthatjuk meg. A szóban forgó tankönyvek meg-

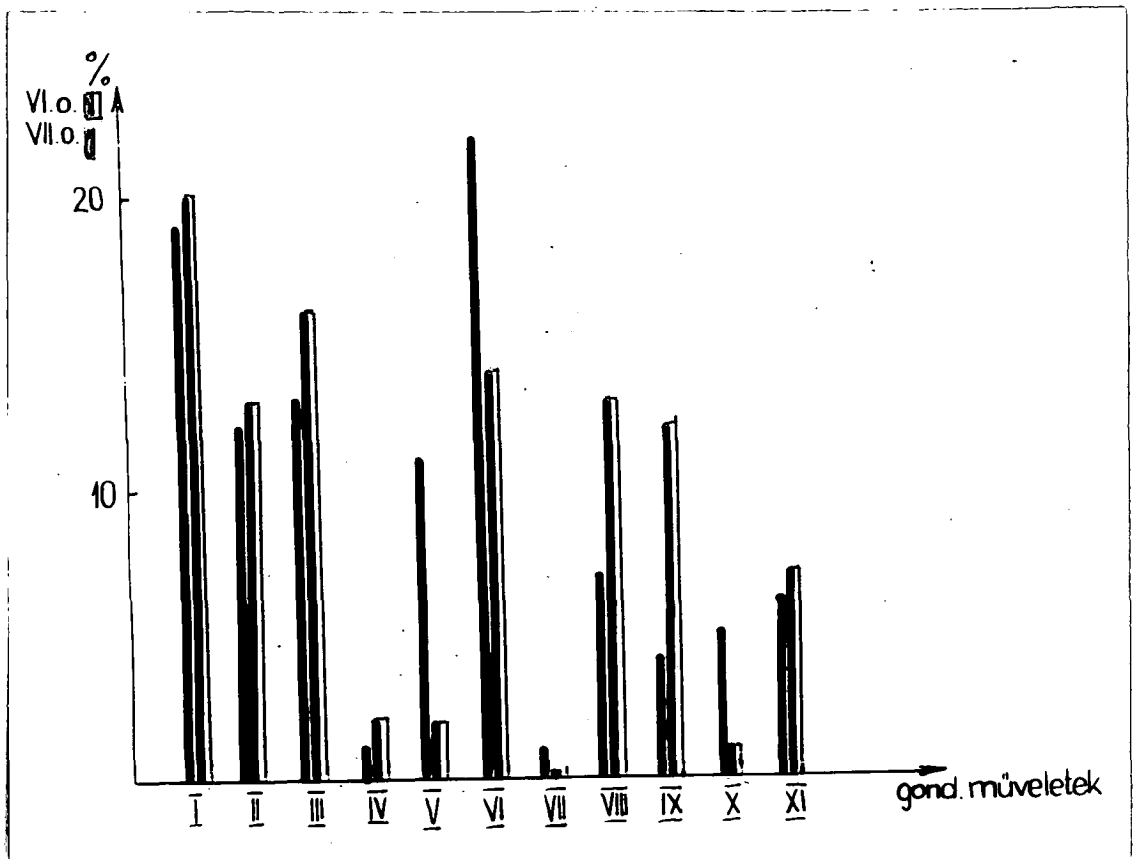


13,1. ábra

vizsgált hőtani feladatai kimagaslóan nagy százalékban követelik meg az "analízis" és az "összefüggések felfo-

gása" műveletek alkalmazását. Viszonylag sokszor fordulnak elő a szintézis és elvonás műveletek; az összehasonlítás, kiegészítés és rendezés azonban igen kis százalékban szerepel. Az átlagnak megfelelő (7-11) %-ban kell alkalmazni az elvont adatok összehasonlítását, általánosítás, konkretizálás és analógia műveleteket. Megfordítva a problémát azt állapíthatjuk meg, hogy a tankönyvek hőtani feladatai a lényegesebb gondolkodási műveleteket nagyobb százalékban gyakoroltatják. Természetesen ez csak követelményként jelentkezik, és nem jelenti azt, hogy az egyes gondolkodási műveleteket valóban ilyen mértékben alkalmazzák a tanulók.

Egy további grafikon (13.2. ábra) segítségével hasonlítsuk össze a VI. és VII. osztály fizika tankönyvének hőtani feladatait, a megoldásaikban szereplő gondolkodási műveletek százalékos eloszlása szempontjából. Az összehasonlításra az ad alapot, hogy a VI. és VII. osztályos tankönyvben megtalálható feladatok közül egyenlő százalékban választottuk ki a megoldásra kerülőket. Eredményül azt kapjuk, hogy a VII. osztály fizikai feladatai az analízis, szintézis, elvonás, összehasonlítás, általánosítás, konkretizálás és analógia gondolkodási műveletének alkalmazását megoldásaik során nagyobb százalékban követelik meg, mint a VI. osztály feladatai. A VI. osztály feladatainak megoldásakor pedig többször kell használni a többi gondolkodási műveletet. Az előbbieket éppen



13,2. ábra

a nehezebb gondolkodási műveletek, az utóbbiak pedig a könnyebbek. Amennyiben tehát a tanár tudatosan akarja fejleszteni a tanulók gondolkodási képességét, ill. időnként meg akarja állapítani egy-egy területen milyen fokon állnak tanulói, okvetlenül ilyen szempontból is ismernie kell a tankönyvi feladatokat.

Természetesen a legérdekesebb kérdés az, hogy a tanulók megoldásait elemezve mit tapasztalunk, mennyiben

felelnek meg ezek a tankönyv célkitűzéseinek. Ezen a téren is folytattunk vizsgálatokat, azonban még az eddigieknél is szerényebb méretekben, csupán egy kis létszámú általános iskolai szakkörben. Anélkül, hogy a tapasztalatainkból messzebbmenő következtetést vonnánk le, jegyezzük meg, hogy a tanulói megoldásokat (a tankönyv követelményeinek megfelelő) tanári megoldásokkal egybevetve, az egyes műveletek százalékos előfordulása, három művelet kivételével szinte teljesen megegyezik. Az összefüggések felfogása műveletet a tanulók alkalmazzák többször, az általánosítás, konkretizálás pedig a tanári megoldásokban fordult elő többször. (Ez a szerény megállapítás 96 - tanulók által megoldott - feladat elemzésére és 16 - tanár által megoldott - feladat elemzésére támaszkodik, ami igen sok munkát jelentett annak ellenére, hogy csak 6 tanuló munkáját tette vizsgálat tárgyává.) Igen érdekes még az az észrevételünk, hogy a tanulók éppen az analízis és összefüggések felfogása terén követtek el leg-többször hibát, jóllehet a tankönyvi feladatok éppen ezeket gyakoroltatták legtöbbször. Természetesen nem kell hangsúlyoznunk, milyen nagymértékben lehetne javítani a tanulók feladat-megoldó munkáját, ha a tanár ilyen módon derítené fel a tanulók fogyatékoságait és küszöböltetné ki azokat, tervszerűen választott feladatok megoldatásával.

Természetesen ahhoz, hogy érdemleges javaslatot te-

hessünk, vagy méginkább ilyen eredményről számolhassunk be, a tanulók, feladat-megoldások segítségével történő módszeres gondolkodásra nevelésével kapcsolatban, még igen sok elemző munkára és nagyszámu kísérletre lenne szükség, amit megoldandó-, előttünk álló feladatnak tekintünk.

Összegezve a mondottakat, a fizikai feladatok javasolt megoldatási módjában, lehetőséget látunk arra, hogy tanulóinkat aktívan gondolkodává, lényeglátóvá neveljük.

C. Az általunk szervezett KÖZPONTI KISÉRLETI FIZIKAI SZAKKÖR kétéves munkájának tapasztalatai

14.§. A tanulók kutató-jellegű foglalkoztatásának elvi alapjairól

Míg az előző fejezetben, tekintettel a sok működő feladat-megoldó szakkörre, igyekeztünk a módszeres fizika feladat-megoldás kérdéséhez néhány gondolattal hozzájárulni, ebben a fejezetben beszámolunk arról, milyen céllal szerveztünk középiskolai tanulókból központi szakkört, mit és hogyan valósítottunk meg célkitűzéseinkből és milyen tapasztalatokat szereztünk.

Történeti áttekintésünk alapján kibontakozott előttünk a fizika szakkörökkel szemben támasztott sokoldalú követelmény-rendszer, a közelmúltban végzett felmérésünk

pedig megmutatta melyik az a terület, ahol még mindig sok a tennivaló. Nyilvánvaló, hogy a tanulók természet-tudományos gondolkodásának kialakítása szempontjából mennyire fontos kutató-jellegű foglalkoztatásuk, kísérletező munkájuk, s ugyanakkor a megvizsgált 93 szakkör közül csupán háromban folyt a vizsgált időszakban, a vezetők beszámolója szerint, fizikai kérdések kutató-jellegű tanulmányozása. Ez adott ösztönzést arra, hogy 1966. tavaszán a JATE Kísérleti Fizikai Intézetében, az Eötvös Loránd Fizikai Társulattal karöltve a szegedi középiskolások legjobbjaiból kísérletező szakkört szervezzünk. A munkát zömmel II. osztályosokkal kezdtük (elsősorban mat.-fiz. tagozatos osztályokból választva a tanulókat) és a továbbiakban felmenő rendszert alkalmaztunk. Az első szakköri meghívóban ez állt: "A szakköri foglalkozások célja: önálló laboratóriumi munka-, továbbá előadások és bemutató kísérletek útján elmélyíteni a tanulók fizikai ismereteit". Az elsődleges cél tehát a tanulók olyan foglalkoztatása, amelynek során megismerhetik a tudományos kutatómunka elemeit, természetesen részleteiben, az életkori sajátságoknak és tudásuknak, tehetségüknek megfelelően. Ugyanakkor körvonalazódtak a módszertani kísérletek célkitűzései is. E módszertani kísérletek vizsgálati módszere: egyedi esetek elemzése.

Módszertani kísérleteink célkitűzése: megvizsgálni, hogy a tudományos kutató tevékenység elemeit, egyes lépé-

seit milyen mértékben lehet elsajátíttatni középiskolai tanulókkal, természetesen szem előtt tartva, bizonyos fel nem oldható korlátokat. Ahhoz, hogy kézenfekvő legyen az a néhány itt bemutatandó és a szakkörön feldolgozásra került kísérleti téma (itt most fizikai és módszertani kísérletekre gondolunk) előljáróban bemutatjuk röviden a fizikai kutatómódszer néhány lényeges vonását.

A fizikában általában alkalmazott kísérleti módszert az alábbi elemekre bonthatjuk: 1. a probléma megragadása, 2. hipotetikus megválaszolása, 3. a hipotézis ellenőrzése kísérleti uton, 4. a törvény felírása és 5. szervezési kérdések. Ezek közül az első kettőről, mint valamely fizikai természetű probléma elméleti megoldásáról, már részletesen szoltunk a feladat-megoldással foglalkozó fejezetben. A problémák széles skálája, az egyszerű fizika feladatoktól kezdve valamely merőben új, még meg nem oldott kérdésig elvileg azonosan kezelhető. Ebben a fejezetben a hipotézis kísérleti uton való ellenőrzéséről szolunk, amely épp ugy kritériuma egy feladat-megoldás helyességének, mint valamely születőben lévő új fizikai törvény, ill. elmélet helyességének; ezen kívül néhány mondattal érintjük a törvény felírás- és szervezési kérdések körét.

3. A hipotézis ellenőrzése mindig kísérleti uton történik. Hipotézisünk valamely modellre vonatkozott, ahhoz tehát, hogy hipotézisünk helyességéről meggyőződjünk

modellünket realizálnunk kell. Természetesen a realizáció kisebb-nagyobb mértékben eltérhet és általában el is tér az elméletben meghatározott modelltól és így a segítségével való ellenőrzés sem teljesen a modellt tükrözi, ill. hipotézisünk helyességét igazolja. Ezért rendkívül fontos a realizált modell lehető legnagyobb mérvű egyezése az elgondolt modellel. (Ez a fizikában általában a körülmények alkalmas megválasztását, a modell által megszabott feltételek teljesítését jelenti.) A modell és realizáltja közötti eltérés hibaként jelentkezik és azt többnyire előzetesen számításba lehet és kell is venni.

Ahhoz, hogy a számítással kapott eredményeket méréssel ellenőrizhessük, mérőkészüléket kell konstruálnunk és annak segítségével a méréseket el kell végeznünk. A mérőkészülék építése számos követelmény kielégítését teszi szükségessé. Ezek közül a legfontosabbakat említjük meg:

- a) Megfelelő mérési elv kiválasztása. Pl. a tömegmérés esetén el kell döntenünk, hogy Gauss-féle módszerrel, vagy Newton II. törvénye alapján kívánjuk végezni a mérést.
- b) Meg kell konstruálni a realizált modell működtetésére szolgáló részt. Pl. mérleg esetében ezt a funkciót az arretáló szerkezet látja el, ha már homogén gravitációs térben áll a mérleg.
- c) Etalon, ill. etalon-folyamat megválasztása, ill. biztosítása. Dolgozhatunk gyárilag hitelesített

műszerrel, ill. relativ méréseknél pl. két fény-nyaláb intenzitását hasonlítjuk össze.

- d) A vizsgált- és az etalon-folyamat azonos fizikai paraméterének összehasonlítására szolgáló berendezés megkonstruálása. Pl. mérleg esetében az összehasonlítást a mérlegkar segítségével valósíthatjuk meg, mert ezen karra hat mindkét forgató nyomaték (nullmódszer).
- e) A mérési eredmények rögzítésének megoldása: a megfigyelő jegyzi, vagy automata.

A mérőkészülék segítségével végezhetők el a szükséges mérések, amelyek mindig valamely etalon, ill. etalon-folyamat és a modellt realizáló minta, vagy mintafolyamat összehasonlítását jelentik és a kapott eredmények rögzítését. Mérési eredményünk természetesen magán viseli a realizálás hibáját, amellet esetleges véletlen hibákat (amelyeket a matematikai statisztika figyelembevételével küszöbölhetünk ki), továbbá általában a mérőberendezés tulajdonságaiból eredő szisztematikus hibákat, amelyeket megfelelő korrekciók alkalmazásával vehetünk figyelembe. Pl. tömegmérés esetében korrekció légüres térre.

A mérési eredmények kiértékelése éppen ezekkel a korrigálásokkal kezdődik. Ezt követi a megfelelő grafikonok elkészítése, melynek során arra törekszünk, hogy a vizsgálat középpontjában álló tartományon a függvény lehetőleg "1"-es iránytangensű legyen ("linearizálás"), ugyanis

az elméleti- és kísérleti görbe között általában eltérés van, a kiértékelés harmadik része azt célozza, hogy ennek az eltérésnek az okát megtaláljuk. A vizsgálat ezen lépése eredményezheti a) a korrigálás megváltoztatását (további finomítás), b) a munka hipotézis megváltoztatását, c) a mérőberendezés megváltoztatását. Az elméleti és kísérleti görbe közötti eltérés okának kiderítése az esetek többségében új mérések végzését eredményezi.

4. A törvény felírása. Ha a kiértékelés, és az újabb mérések és számítások után már kielégítő pontossággal egybeesik az elméleti és kísérleti görbe, akkor kvantitatív összefüggésünk a mérés és számolás során felderített körülmények teljesülése esetén törvény rangra emelkedik. Itt kell megjegyeznünk, hogy eddig csak az ellenőrzés szempontját hangsúlyoztuk, nem hanyagolható azonban el az az eset, amelynek során a gyakran fellépő nagy matematikai nehézségek miatt elméletileg csak kvalitatív eredményekre jutunk. Ekkor a mérések kvantitatív összefüggéseket szolgáltatván, kvantitatív törvények felírását teszik lehetővé. Ez a tény kiemeli a kísérleti módszer fontosságát, jóllehet ez esetben kvantitatív elmélet hiányában a kapott összefüggés helyességéről csak a mérésre és a mérési eredményre vonatkozó bonyolult követelmény-rendszer teljesülése esetén győződhetünk meg. (E követelmény-rendszer elemei pl. a következők: 1. számításal is követhető egyszerűbb problémánál a számítások és mérések jól egyeznek; 2. az elmé-

letileg talált kvalitatív összefüggést helyesen tükrözi; 3. az eddigi, e kérdéskörhöz tartozó eredményekkel nincs szöges ellentmondásban stb.)

5. A tudományos kutatómunka szervezése. Mivel a kísérletezés rendkívül időigényes, azért a kísérleti kutatás nem elhanyagolható elvei közé kell sorolnunk a helyes szervezés elvét. Az esetek többségében nem egyetlen kutató dolgozik egy témán, hanem több tagból álló csoport, amit indokoltta tesz az is, hogy a minták időbeli állandósága sokszor kérdéses, ugyanazon a mintán több mérést el kell végezni stb. A csoportmunka eredményességének feltétele a csoport-tagok sokirányú, gyors és pontos munkájának megfelelő összehangolása.

A kutatómunka menetének felvázolása után bemutatunk néhány munkaprogramot, amelyet abból a célból dolgoztunk ki, hogy vezérfonal legyen a szakköri tagok számára.

15.§. Fizikai törvény kísérleti úton való feltárásának néhány mozzanata

Ebben az esetben a folyadékok belső surlódását tettük vizsgálat tárgyává. A gimnáziumi tankönyv 1-2 mondatban utal erre a jelenségre, tehát jól illeszthető a tanulók mechanikai ismereteihez. A viszkozitás fogalma a II.o. tanulók által egy, már ismert fogalomnak, a surlódásnak új oldalról való megközelítését jelenti. Ugyanak-

kor alkalmas e téma arra is, hogy az elkészített program segítségével egyszerű kvalitatív megfigyelésektől egy fizikai törvény (a Stokes-féle törvény) felfedezéséig vezesse el a tanulókat; továbbá lehetőséget ad rutinmérések végzésére is. Az alábbiakban ismertetjük a program szövegét, közbeiktatva az összeállítására vonatkozó megjegyzéseinket.

1.sz. munkaprogram: Folyadékok belső surlódása (viszkózitás)

A program - az érdeklődés felkeltése érdekében - a vizsgálandó fizikai jelenség gyakorlati vonatkozásaira utal - motiváció - az alábbi módon:

I.rész. A Barátság Kőolajvezeték volgamenti nyersolajjal látja el Lengyelországban a "Plocki kombinátot", az NDK-t, Csehszlovákiát és Magyarországot. Évenként 2 millió tonna nyersolaj áramlik át a kőolajvezetéken, amelyet felhasználási helyétől mintegy 4000 km távolságban hoznak felszínre és amelynek szállítása így a leggazdaságosabb. Ahhoz, hogy az olaj áramlását biztosítsák, sok atmoszférás nyomással préselik azt a csőbe.

A Lispei Kőolajvezeték hossza 240 km, átmérője 20 cm, a mozgató előidéző nyomás 80 atm.; ennek eredményeként 1 s alatt 30 liter, 1 óra alatt

108 m^3 olaj folyik át a vezetéken. A cső tengelyében az olaj sebessége 2 m/s .

A 2500 m magasan fekvő Dzsalspak magashegyi leelőt 2800 m hosszú tejvezeték köti össze a Dauta völgygel. Erre azért van szükség, mert a tejfeldolgozás csak lent a völgyben lehetséges, a szállítás pedig hagyományos módon nem oldható meg. A tej polietilén csövekben áramlik, 1 tonna tej leszállítása 18 percig tart. Természetesen gondosan ügyelnek a csövek tisztaságára.

Egy $0,06 \text{ mm}$ átmérőjű hajszálér 1 cm hosszú darabján 1 s alatt 1 mm^3 vér átpréseléséhez $1,1 \text{ atm}$. nyomáskülönbség szükséges.

A fenti példák arra utalnak, hogy a folyadékok csővezetékekbe való áramoltatásához megfelelő nagy nyomás szükséges, mert ha ez nem lenne, a folyadék mozgása megszűnne. - További példa a viszkozitás gyakorlati fontosságára az olajozás.

Egy cm^2 területű fémlemez 1 kp nagyságú erő szorítja az alatta lévő falemezhez. Ha a száraz surlódás együtthatóját $0,1$ -nek vesszük, akkor mozgáskor $0,1 \text{ kp}$ surlódási erőt kell leküzdenünk. Helyezzünk a fémfelületek közé ásványolajat és mozogjon a fémlemez 10 m/s sebességgel. Ekkor csak $0,025 \text{ kp}$ erő szükséges a felső lemez mozgatásához.

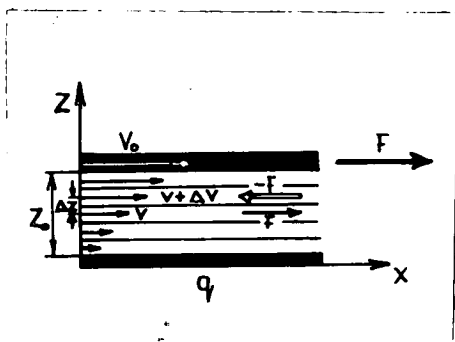
A következő kérdések a gyakorlati példákat a mechanika megfelelő fejezetével hozzák kapcsolatba a tanuló tankönyvvél végzett munkája segítségével.

Milyen mozgás játszódik le az esetek mindegyikében? Olvassa el a III.o. gimnáziumi tankönyv "Surlódásos, stacionárius áramlás jellemzése" c. fejezetét! /90.old./. Milyen típusú áramlás van a fenti vezetékben? Mi az oka ennek?

Ezek után történik a vizsgálódás céljának megjelölése.

Célunk: folyadékok belső surlódásának (a viszkozitásnak) vizsgálata.

A viszkozitás fogalmának megértéséhez rövid magyarázatot adunk.



15,1 ábra

Egyszerűség kedvéért legyen az áramló folyadék közel lévő síklapok között. Mozgassuk a felső lapot v_0 sebességgel x irányba. Ekkor a szomszédos folyadék rétegek is mozgásba jönnek, de

egyre kisebb sebességgel. Legyen két igen közeli Δz távolságban lévő két folyadékréteg sebessége $v + \Delta v$, ill. v , akkor $-z$ irányban Δz uton történő sebességcsökkenés $(v + \Delta v - v)/\Delta z = \Delta v / \Delta z$. Az az erő, amely a lap mozgatásához szükséges, nagy q felületnél és kis z_0 távolságnál éppen az x áramlási irányban fekvő két szomszédos q felületű folyadékréteg között ható belső surlódási erő. $F = \eta \cdot q \cdot \frac{\Delta v}{\Delta z}$.

Ez a Newton-féle surlódási törvény. Az anyagi minőségtől függő " η " tényező a belső surlódási együttható, röviden viszkozitás. $\eta = \frac{F \cdot \Delta z}{q \cdot \Delta v} \left(\frac{\text{din} \cdot \text{s}}{\text{cm}^2} \right)$. Tehát η dimenziója $\frac{\text{din} \cdot \text{cm}^{-2}}{\text{s}^{-1}} = 1 \text{ poise}$.

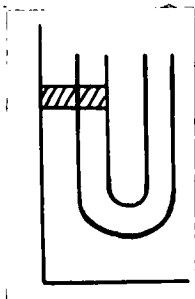
A magyarázat után az alábbi feladatot adjuk:

Fejtse ki szavakban a Newton-féle surlódási törvényt!

Ezután következik a problémakör kvalitatív tanulmányozása.

A viszkozitás anyagi minőségtől való függését különböző folyadékok mozgékonyosságán tanulmányozhatjuk az alábbi kísérletekben.

I. Kísérlet:



15,2. ábra

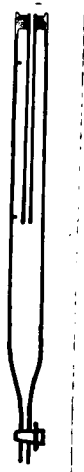
I. FELADAT:

Egy állványra az ábra szerinti módon U alakú üvegcsövet erősítünk. Töltsük meg félig vízzel. Megbillentve, majd magárahagyva a rendszert, a csőben lévő folyadékoszlop lengésbe jön.

Azonos térfogatu folyadékok (viz, etil-alkohol, higany) esetében, határozza meg tiz lengés idejét! A kapott adatokat jegyezze fel! Hasonlítsa össze a rezgésidőkre nyert adatokat a vizsgált folyadékok sűrűségével! Mit tapasztal?

II. Kísérlet:

Csappal elzárható üvegcsövön folytatjuk ki a fenti folyadékokat. (Közben a turbulens,



örvénylő áramlást kizárjuk, biztosítjuk az állandó nyomást.)

15,3. ábra
II. FELADAT:

Jegyezze fel és hasonlítsa össze az adott folyadékmennyiség kifolyásához szükséges időtartamokat! Ezeket is hasonlítsa össze a sűrűségekkel!

Nemcsak a folyadékok mozgékonyasága, hanem a bennük mérhető merülési sebesség is jellemző viszkozitásukra.

III. Kísérlet: Két egyenlő nagy, lehetőleg hosszú üveghengert megtöltünk, egyiket vízzel, másikat kísérleti folyadékkal (glicerinnel, olajjal) és belehelyezünk egy golyót. (A golyó átmérője jóval kisebb legyen, mint a henger átmérője.) Most olyan magasan töltjük az edényt és úgy zárjuk el egy dugóval, hogy ne legyen levegő a folyadék felett. Ekkor gyorsan elforgatjuk a hengert 180° -al és mérjük az időt, amely alatt a golyó alászáll.

III. FELADAT: Állapítsa meg és hasonlítsa össze a golyó merülési sebességét a különböző folyadékokban! (Megfelelő sűrűségű folyadékban eső golyó igen hamar egyenletes mozgást végez és

igy sebessége mérhető.) A csőben hagyjon légbuborékot és annak felszállási sebességét hasonlóan határozza meg!

IV. Kisérlet: Ismételje meg az I. és III. kísérletet szobahőmérsékletnél magasabb hőmérsékletű folyadékkal, pl. glicerinnel.

IV. FELADAT: Állapítsa meg van-e kapcsolat a vizsgált anyagi jellemző és a hőmérséklet között; milyen követelményeket támaszt kísérleteinkkel szemben a megismert kapcsolat?

Foglalja össze eddigi eredményeit!

Sejtésünk szerint " η " eddig általunk nem ismert anyagi állandó.

A kvalitatív vizsgálódás eredménye: egy eddig számunkra ismeretlen folyadék-tulajdonság felderítése. A program tovább megy, és ezt az eddig ismeretlen tulajdonságot már ismert fizikai mennyiségekhez kapcsolja. Utasítást ad viszonylag egyszerű, a lényegét jól tükröző viszonyok (modell) realizálására.

Mennyiségi összefüggés megállapítása η -ra vonatkozóan.

V. Kísérlet: Ejtsünk különböző sűrűségű és átmérőjű golyókat különböző sűrűségű folyadékokban, míg csak olyan sebességgel nem merül az eső golyó,

hogy mozgását jól szemmel tudjuk követni.

V. FELADAT: Biztosítson olyan feltételeket, hogy a golyó jó megközelítésben egyenesvonalú egyenletes mozgást végezzen, már viszonylag rövid utszakasz megtétele után.

E megvalósított feltétel után, elméleti vizsgálat következik:

Mikor végez általában egy test egyenesvonalú egyenletes mozgást?

Milyen erők hatnak az eső golyóra?

Ellenőrizze, hogy eddigi ismereteink alapján felsorolt erők eredője valóban 0-e? (A golyó súlyát adó kifejezést alakítsa úgy, hogy V és γ szerepeljen benne!)

Mi következik előbbi megállapításunkból?

Amennyiben azt állapítja meg, hogy további erő is hat, mekkora ez?

Elemezze a kapott összefüggést.

(Elméleti meggondolásaink szerint a golyóra a súlyából és a felhajtó erőből eredő $F_3 = \frac{4r^3\pi}{3} (\gamma_g - \gamma_f)$ nagyságú erő hat.)

Eredményük ellenőrzése céljából végezze el a következő kísérletet.

VI. Kísérlet: Ismételje meg az I. kísérletet, tapasztal-e F_3 állandó erő hatásának megfelelő gyorsuló mozgást?

VI. FELADAT: Oldja meg az elméleti meggondolásaiból és gyakorlati tapasztalataiból eredő ellentmondást!

A megoldásból adódik, hogy a folyadékban eső golyóra F_3 -mal egyenlő nagyságu, a mozgást akadályozó F_e erő hat. A további feladat: kvantitatív összefüggés felkutatása az F_e erő nagyságára vonatkozóan. Itt hathatós segítséget kell adnunk a tanulóknak, milyen fizikai mennyiségekkel határozhatják meg a keresett F_e belső surlódási erőt. A továbbiakban olyan utasításokat adunk, amelyek segítségével a legkézenfekvőbb mennyiségek között keresnek kapcsolatot és azokat a tanítási órákon is látott módon foglalják egyetlen összefüggésbe. (Leggyakrabban a kérdéses mennyiségek szorzata, aránya szerepel egy-egy összefüggésben. Mélyebb indokolásra itt nincs lehetőség.)

VII. FELADAT: Eddig különböző méretű golyók esését vizsgáltuk különböző folyadékokban. Azt tapasztaltuk, hogy változik a golyók merülési sebessége. Megfigyeléseinket váltsuk most fel mérésekre. Mivel több mennyiség egyszerre történő változását igen nehéz megfigyelni, csupán egyet változtassunk (ami természetesen maga után vonhatja egyéb mennyiségek ismert módon történő változását is), a többi pedig hagyjuk változatlanul.

Változtassa r -et (a golyó sugarát), γ_g és γ_f (a golyó, ill. a folyadék fajsúlya) legyen állandó és mérje az esési időt, ill. v -t ($\frac{s}{t}$). Milyen kapcsolat van r és v között? (L! grafikon). Hogyan lehetne linearizálni ezt a kapcsolatot? Számítsa ki az r^2/v értékeket!

$\gamma_g =$	$\gamma_f =$	$s =$	
	t	$v = s/t$	r^2/v
$r_1 =$
$r_2 =$
$r_3 =$

Eredmény:

VIII. FELADAT: Ezután változtassa γ_f -et (különböző folyadékokat alkalmazzon), r és γ_g legyen állandó és mérje v -t. Milyen kapcsolat van $\gamma_g - \gamma_f$ és v között? Írja fel a $\frac{\gamma_g - \gamma_f}{v}$ hányadosokat! (Hol szerepelt már ez a különbség?)

$\gamma_g =$	$r =$	$s =$	
	t	$v = s/t$	$\frac{\gamma_g - \gamma_f}{v}$
$\gamma_{f1} =$
$\gamma_{f2} =$
$\gamma_{f3} =$

Eredmény:

IX. FELADAT: Mérésünk alapján a fenti két kifejezés és a mindkettőt tartalmazó kifejezés konstans. Bővitse ezt a kifejezést olyan módon, hogy magában foglalja F_3 -at, és fejezze ki belőle F_3 -at. Írja fel a vele egyenlő F_e erő nagyságát. Ezzel megkapta a Stokes-féle ellenállás-törvényt..... formában. Az F_e képletében szereplő konstansra olyan összefüggést kap, amelyből a fenti mérések alapján értéke meghatározható.

$k_1 =$	anyag esetén
$k_2 =$	" "
$k_3 =$	" "

Eredmény: k anyagi minőségre jellemző adat.

Határozza meg e konstans dimenzióját!

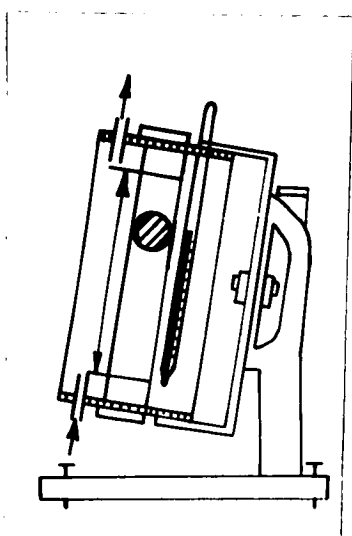
Két utóbbi megállapításunk alapján kézenfekvő, hogy a fenti konstansokat $C \cdot \eta$ alakba írjuk, ahol C anyagi minőségtől független-, η pedig anyagi minőségtől függő konstans. (C nagyságát az egységrendszer megválasztása befolyásolja, ha $C = 6\pi$, akkor a víz viszkozitása 20°C -on: 1 centipoise.)

$$F_e = C \cdot \eta \dots$$

F_e iránya a súlyerővel ellentétes irányu, mivel...

II.rész. Viskozitásmérés. Láttuk, hogy valamely folyadék viszkozitása kapcsolatban van meghatározott folyadékmennyiség kifolyási sebességével, vagy valamely golyó merülési sebességével. Mindkettő felhasználható viszkozitásmérésre.

a) Höppler-féle viszkoziméter és használata: Höppler-



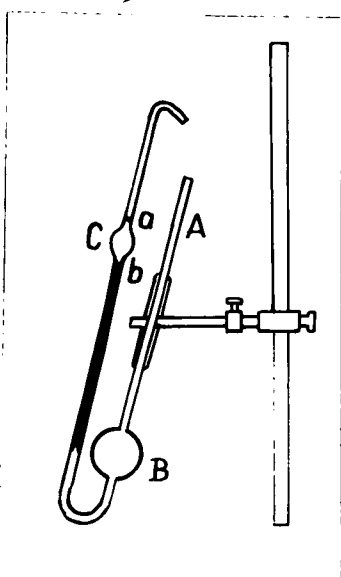
-féle viszkoziméterben a meghatározott viszkozitású folyadékban ismert sugaru és sűrűségű golyókat ejtünk. Ez az eszköz egyaránt alkalmas a folyadék viszkozitásának hőmérséklettől és koncentrációtól való függésének vizsgálatára. Mivel a benne lévő folyadékoszlop átmérője csak alig nagyobb a golyóénál, a megismert $F = -6\pi \eta \cdot r \cdot v$ Stokes-féle ellenállási törvényt nem

használhatjuk fel η meghatározására. Helyette az $\eta = K(\rho_g - \rho_f) \cdot t$ összefüggést használjuk, amelyben K a készülékhez tartozó mindegyik golyóra nézve gyári hitelesítés alapján ismert állandó, ρ_g a golyó-, ρ_f a folyadék sűrűsége, t a két jel közötti esés ideje.

No	9165	Mod. BH. készülék	golyó adatai		
	Átmérő	20°C-on tömege	sűrűsége	K golyókonstans	
1	15,803 mm	4,9775 g	2,409 g/cm ³	0,01045	
2	15,630 "	4,8433 "	2,407 "	0,07747	
3	15,149 "	4,3821 "	2,407 "	0,7865	
4	14,149 "	3,5723 "	2,408 "	5,348	
5	13,500 "	10,0204 "	7,777 "	10,6	
6	10,000 "	4,0674 "	7,77 "	40,5	

A mérés menete: a gondosan megtisztított ejtőcsőbe desztillált vizet töltünk és belehelyezzük a használni kívánt golyót. Megmérjük a golyó esési idejét 5 mérésből átlagolva. A mérést megismételjük különböző koncentrációju nátriumklorid oldatokkal. Megmérjük a desztillált viz és a különböző koncentrációju oldatok sűrűségét Mohr-Westphal mérleggel. A fenti képletből kiszámítjuk a viz és oldatok viszkozitását. (További tudnivalók az eszköz használati utasításában.)

b) Ostwald-féle kapilláris viszkoziméter és használata.



15,5. ábra

Relativ viszkozitásmérési eljárás. (A felhasználandó összefüggés levezetését l. Budó: Kísérleti Fizika, 268-270. old.): A viszkozimétert az ábrán látható módon állványba foglaljuk (C és B gömb egy függőlegesbe essék). A készüléket A csövön keresztül szobahőmérsékletű adott térfogatu desztillált vízzel feltöltjük úgy, hogy a kapillárisba viz ne jusson. Ezután a

vizet a C gömb fölé szivjuk, és mérés nélkül leengedjük. Majd többször felszivjuk és mérjük az A és B jel közötti lefolyás idejét. Ezután az ismeretlen viszkozitású folyadékkal is megismételjük az eljárást és az $\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_2 t_2}$ összefüggésből - ahol a "2" indexű mennyiségek a vízre, az "1" indexűek pedig az oldatra vonatkoznak - megkapjuk az

$\frac{\eta_1}{\eta_2}$ relativ viszkozitást, amely dimenzió nélküli szám.
(A képletben szereplő t_1 , t_2 lefolyási időket és a ρ_1 ,
 ρ_2 sűrűségeket mérjük.) A sűrűségmérést Mohr-Westphal-
-mérleggel végezzük. (L. Budó: Kísérleti Fizika, 231. old.)

Feladatok:

- Ad. a) α) Ismerkedés a Höppler-féle viszkoziméterrel
(üzemeltetés, tisztítás).
- β) Viszkozitásmérés koncentráció függésben. Vizs-
gálandó anyag NaCl 5, 10, 15, 20, 25 %-os vi-
zes oldata $t = 35,5^\circ\text{C}$ -on. Sűrűségmérés Mohr-
-Westphal-mérleggel.
- γ) Mérési eredmények kiértékelése, hibaszámítás,
grafikonkészítés.²

Az 1.sz. munkaprogram feldolgozása, a feldolgozás értékelése

A folyadékok belső surlódásának vizsgálata négy ta-
nuló¹ részére jelentett félévig (1966. II. fele) tartó
munkát, a két hetente tartott három órás szakköri foglal-
kozásokon. Második, ill. harmadik osztályos tanulók voltak,
akik matematika-fizika szakosított tantervű osztályban ta-
nulták a fizikát az egyetem gyakorló gimnáziumában. A négy
tanuló két csoportot alkotott. A bevezető elméleti részt
mindannyian elolvasták és közösen megbeszélték, a kvali-
tativ kísérleteket pedig két csoportban végezték, amíg az

¹ Maróti Péter, Dombi László; Dombi József és Dombi
György.

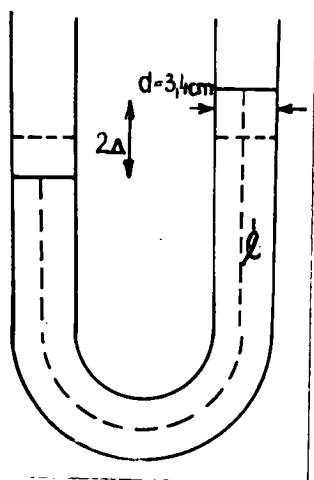
² A feladatok folytatását l. a 207. oldalon.

I. csoport az U csőben elhelyezett, különböző folyadékok lengését figyelte, a II. csoport a folyadékok kifolyási időtartamát vizsgálta. A használt eszközök rajzát, a mérési eredményeket és a mérésekből levonható következtetéseket feljegyezték munkafüzeteikbe. A felhasznált anyagok (desztillált víz, etilalkohol, 6,4 mol. arányu viz-glicerín-elegy, higany) közül egyedül a higany kezelése okozott problémát, csak saját tapasztalatuk alapján látták be a tanulók, mennyire óvatosan kell vele bánni. A mérőeszköz (stopper óra) kezelése nem okozott problémát. A mérési eredmények alapján meggyőződhettek arról, hogy a lengési, ill. kifolyási idők nagyság szerinti sorrendje azonos térfogatu folyadékok esetében nem felel meg a sűrűségek sorrendjének, azonban jól megfelel a viszkozitások nagyságszerinti sorrendjének. Minden esetben eltérő eredményt adott azonban a higany. Ennek az eltérésnek az okát is megtalálták a tanulók, felhasználva nedvesítő és nem nedvesítő folyadékról tanultakat. Található azonban a programtól bizonyos eltérés is. Ebben az első részben, ami az önálló munka és a gondolatébresztés szempontjából igen fontos. Ezt a részletet idézzük a tanulók munkájából, amelyet olvasva természetesen nem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy egy évi középiskolai fizikatanulás után készült.

Részlet a tanulók munkájából:

1.a) Kisérlet: Egy állványra az ábra szerinti módon U alakú csövet erősítünk. Töltsük meg félig vízzel. Meg-

döntve egy pillanatra, majd magára hagyva a rendszert,



a csőben lévő folyadékoszlop lengésbe jön. Azonos térfogatu, különböző folyadékok esetén határozzuk meg 10 lengés idejét! Mielőtt a kísérletet elvégeznénk, állapítsuk meg, hogy milyen eredményekre számíthatunk. Ha kísérleti eszközünket és a kísérlet menetét jobban megvizsgáljuk (a surlódási tényezőket elhanyagoljuk),

15.6. ábra

arra a megállapításra juthatunk, hogy az U alaku csőben a folyadék harmonikus rezgőmozgást végez. Eszerint a lengési idő

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m \cdot s}{P}} \quad (1)$$

Mivel az U alaku csőben lévő folyadéknál tudjuk, hogy

$\gamma \cdot V = mg$, ahonnan $m = \gamma \frac{V}{g}$, (1)-be behelyettesítve:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\gamma V s}{P \cdot g}} \quad (2)$$

P-ről tudjuk (1. ábra), hogy $P = 2s \cdot F \cdot \gamma$, ahol F a cső keresztmetszete, 2s pedig a folyadékszintek különbsége. Ezek szerint a (2)-es összefüggés

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\gamma V s}{g 2s F \gamma}} = 2\pi \sqrt{\frac{V}{2g F}}$$

alakba írható. Tovább alakítva

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{1}{2g} \cdot \frac{V}{F}} \quad (3)$$

V/F -ről megállapíthatjuk, hogy megegyezik az ábrán megjelölt l' folyadékhosszal, vagyis az U csőben lévő folyadék középvonalának hosszával

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l'}{2g}} \quad (4)$$

A (4)-es képlet szerint a lengési idő nem függ a kitérés nagyságától, csak a folyadékoszlop hosszától. Vizsgáljuk meg, hogy a mérések igazolják-e ezt. Végezzük el a mérést:

$V_1 = 150 \text{ cm}^3$ folyadékkal (vizzel), $2s_1 = 2, 4, 6 \text{ cm}$ kitérés esetén. Majd ugyanezt ismételjük meg

$V_2 = 200 \text{ cm}^3$, ill. $V_3 = 250 \text{ cm}^3$ térfogatú folyadék esetén.

A cső keresztmetszete $F = 1,7^2 \cdot \pi \text{ cm}^2$. A számított eredmények

V_1	esetén	$10 T_1 = 2,76 \text{ s}^1$
V_2	"	$10 T_2 = 3,31 \text{ s}$
V_3	"	$10 T_3 = 3,70 \text{ s}$

A mért eredmények a 15,1. táblázatból láthatók.

¹ A számított értékek hibásak, a helyes értékek:

$$10 T_1 = 5,77 \text{ s}$$

$$10 T_2 = 6,66 \text{ s}$$

$$10 T_3 = 7,44 \text{ s}$$

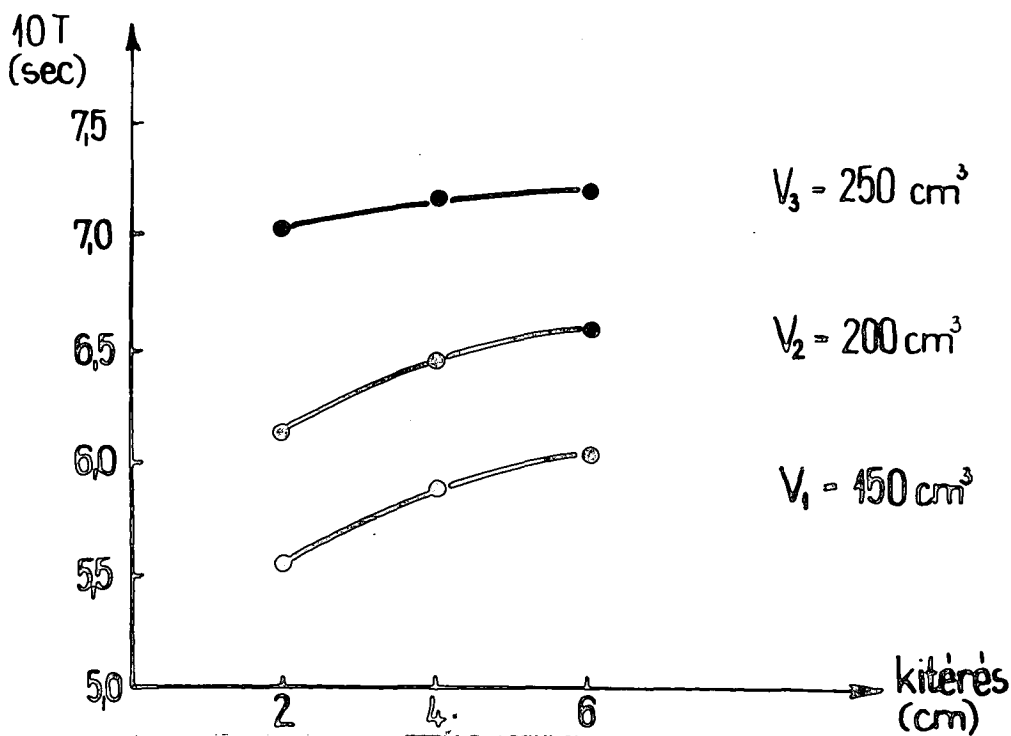
Ez a hiba azonban a görbék menetét nem befolyásolja.

Az 1.a) kísérlet mérési eredményei 10 T esetén

Térfogat	V_1	V_1	V_1	V_2	V_2	V_2	V_3	V_3	V_3
Kitérés	$2s_1$	$2s_2$	$2s_3$	$2s_1$	$2s_2$	$2s_3$	$2s_1$	$2s_2$	$2s_3$
	$10 T_1$ (sec)			$10 T_2$ (sec)			$10 T_3$ (sec)		
1	5,6	5,7	6,0	6,1	6,4	6,6	7,0	7,1	7,4
2	5,45	5,8	6,0	6,0	6,2	6,5	7,0	7,1	7,3
3	5,7	6,0	6,0	6,3	6,6	6,7	7,1	7,3	7,2
4	5,5	6,0	6,2	6,1	6,5	6,6	7,2	7,1	7,2
5	5,6	5,8	6,2	6,2	6,3	6,6	7,0	7,2	7,3
6	5,65	6,0	5,8	6,2	6,5	6,7	7,1	7,3	7,2
7	5,55	6,0	6,2	6,0	6,6	6,5	7,0	7,4	7,2
8	5,8	6,0	6,0	6,3	6,55	6,7	7,1	7,1	7,2
9	5,4	5,7	5,8	6,2	6,6	6,5	7,1	7,1	7,1
10	5,4	5,8	6,0	6,15	6,3	6,5	6,9	7,3	7,1
Átlag	5,565	5,88	6,02	6,155	6,455	6,59	7,05	7,20	7,22
hiba	0,105	0,12	0,09	0,085	0,124	0,07	0,07	0,11	0,06
Relatív hiba %	1,9%	2%	1,5%	1,3%	2%	1,10%	1%	1,5%	0,9%

15,1. táblázat

A mért adatok grafikus ábrázolása



15,7 ábra

A kísérlet és számítás eredményének egybevetése: a mért érték minden esetben nagyobb a számítottnál. Ennek magyarázata a kettős surlódás:

1. A folyadék surlódik az edény falához
2. Folyadékreszek csusznak el egymáson (belső surlódás)

A matematikai számítással ellentétben függ a lengés-ideje a kitérítés nagyságától is, mégpedig a mérések szerint kisebb folyadékoszlop érzékenyebben reagál erre a különbségre.

Azért, hogy mérésünk helyességéről meggyőződjünk, végezzünk el egy hasonló mérést más körülmények között!

1.b) Kísérlet: Az U cső átmérője legyen 2,1 cm. A kísérletet higannyal végezzük, és hogy a vízzel összehasonlítható legyen 100 cm³ víz 10 lengés idejét is mérjük meg.

$V_1 = 25 \text{ cm}^3$	$2s_1 = 2 \text{ cm}$
$V_2 = 50 \text{ "}$	$2s_2 = 4 \text{ "}$
$V_3 = 75 \text{ "}$	$2s_3 = 6 \text{ "}$
$V_{\text{viz}} = 100 \text{ cm}^3$	$2s_4 = 2 \text{ "}$

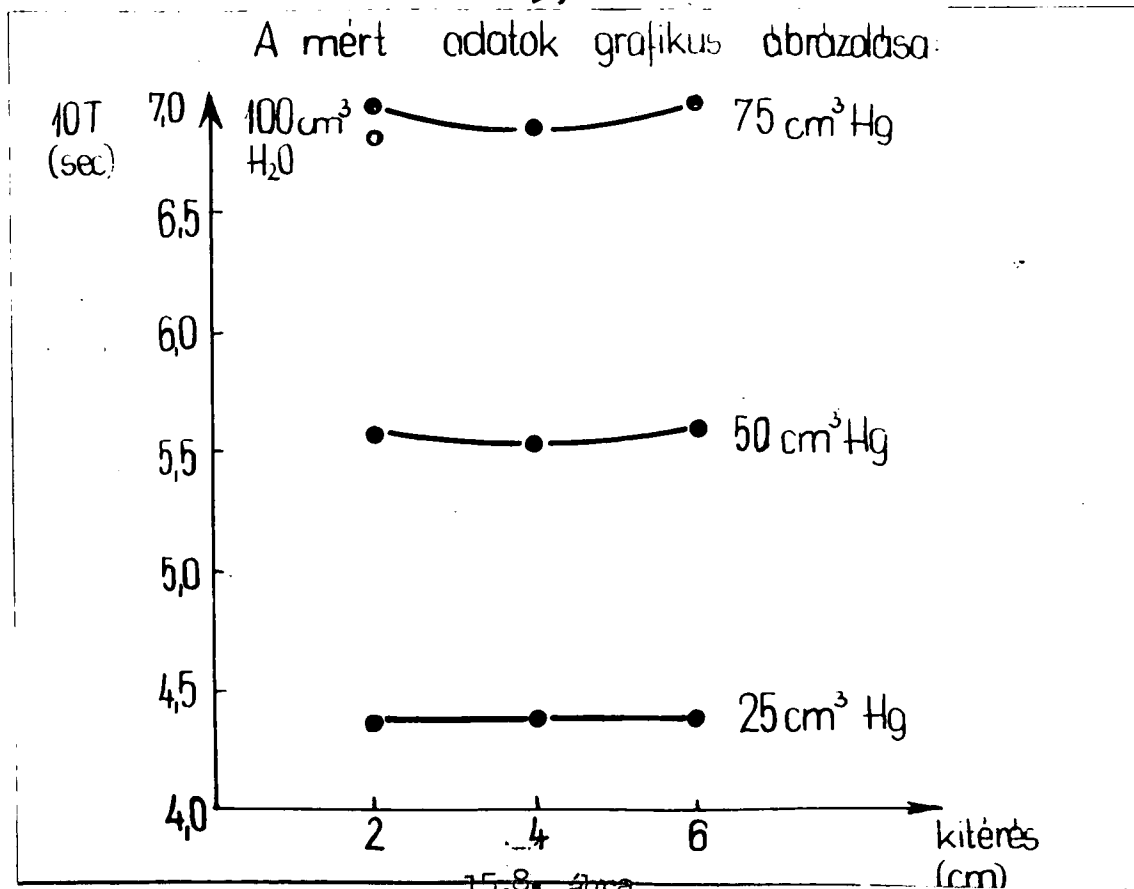
Számított eredmények:

V_1 esetén	$10 T_1 = 3,81 \text{ s}$
V_2 "	$10 T_2 = 5,39 \text{ s}$
V_3 "	$10 T_3 = 6,60 \text{ s}$
V_{viz} "	$10 T_{\text{viz}} = 7,62 \text{ s}$

Az 1.b) kísérlet mérési eredményei

Mérés száma	Víz				Higany					
	100		25 cm ³		50 cm ³			75 cm ³		
	2s ₁	2s ₁	2s ₂	2s ₃	2s ₁	2s ₂	2s ₃	2s ₁	2s ₂	2s ₃
	10 T _{víz} (sec)		10 T ₁ (sec)		10 T ₂ (sec)			10 T ₃ (sec)		
1	7,0	4,4	4,5	4,4	5,6	5,6	5,8	6,7	6,8	7,0
2	6,8	4,5	4,3	4,5	5,8	5,5	5,6	7,0	6,9	7,0
3	7,0	4,3	4,5	4,2	5,6	5,5	5,7	6,9	6,9	6,9
4	6,8	4,4	4,2	4,4	5,6	5,5	5,6	6,8	6,7	7,0
5	6,8	4,2	4,2	4,3	5,7	5,5	5,6	7,1	6,8	7,0
6	6,7	4,4	4,5	4,5	5,5	5,5	5,7	7,0	6,8	7,0
7	6,7	4,4	4,4	4,2	5,5	5,5	5,6	6,8	6,8	6,8
8	6,8	4,4	4,4	4,2	5,6	5,5	5,8	7,0	6,8	7,0
9	6,7	4,3	4,4	4,3	5,7	5,6	5,6	7,0	6,7	6,8
10	6,7	4,3	4,3	4,5	5,7	5,5	5,7	7,1	6,9	7,0
Átlag	6,8	4,36	4,37	4,35	5,63	5,52	5,67	6,94	6,81	6,95

15,2. táblázat



Az 1.b) kísérlet eredménye: Az előző grafikonnal ellentétben most felülről konkáv görbét kaptunk, és azt tapasztaltuk, hogy higany esetén éppen a legkisebb térfogatnál teljesül, hogy a lengésidő független a kitérítés nagyságától. A víz viselkedését nem tudtuk 25, 50, 75 cm³-nél megvizsgálni, ugyanis a gyors lengéseket igen bizonytalanul lehetett csak megszámlálni. Az első feljegyezhető mérést 100 cm³-nél tudtuk elvégezni, de ebből az egy mérésből is látható, ha a kapott mérési adatot a higany grafikonján ábrázoljuk, hogy a lengésidő függ az anyagi minőségtől. (Azonos térfogatnál a víz esetén kisebb, mint higanynál.)

Felmerülhet még az a lehetőség, hogy az anyagi minőségtől való függés a sűrűségtől való függést jelenti.

1.c) Kísérlet: különböző anyagi minőségű anyagok lengési idejének és sűrűségének összehasonlítása.

- - - - -

Eddig tart az idézett részlet, ugyanis az 1.c) kísérlet az, amelyet a program célul tűz ki, és annak eredményéről már szoltunk. Az idézett részlet nem mentes hibáktól, téves következtetésektől, ennek ellenére ismertetjük, mert a tanulók nem nyugodtak bele abba, hogy semmi utalás nincs a programban arra vonatkozóan, hogy hogyan hozzák lengésbe a folyadékot. Meg akartak győződni arról, hogy valóban nincs erre szükség. Méréseik meg is mutatták, hogy

különböző folyadékoknál (viz, higany) milyen térfogat esetén követnek el ezen a téren legkisebb hibát, ill. hogy a lengésidő valóban független attól, hogy milyen módon hozzuk lengésbe a folyadékot. Igen értékes a fenti kvalitatív kísérlet kapcsolása a harmonikus rezgőmozgásról tanultakkal. Így elméletileg is alátámasztották azt a tényt, hogy a lengésidő nem függ a kitérítéstől, azonban függ a térfogattól (folyadékoszlop hosszától), ami lényegében az anyagi minőségtől való függést tartalmazza. A tanulók ugyatalálták, hogy a számított és mért lengésidők (viz esetén) lényegesen eltérnek és ezt az eltérést igyekeztek a fellépő külső és belső surlódással magyarázni. Ez a következtetés azonban, bár van benne jó gondolat, maradéktalanul nem helyes, mert ekkora különbség a számított és mért értékek között abból adódott, hogy a számításba numerikus hiba csuszott. Viz esetén, mivel a víz elég kis viszkozitású, nem is tapasztalhattak nagy eltérést. Az a jó érzék, amivel kísérletező munkájukat végezték (további kísérlet végzése) mégis segített igazolni feltevéseiket. A higannyal kapcsolatos kísérletnél már helyesen számoltak, és a higany nagyobb viszkozitása és az új feltételek miatt (szűkebb cső) valóban megkapták a megsejtett eltérő eredményeket. A kezdő kísérletező járatlanságával magyarázható, hogy egyszerre két tényezőt is változtattak, (anyagi minőség, csőméret), ami természetesen az eredmények egybevetését nehezíti. Időközben erre is rájöttek, ezért próbálták a másodszor alkalmazott vékonyabb U csővel a víz viselkedését is megvizsgálni. Itt azonban újabb nehézségként jelentkezett a víz és

higany fajsúlya közötti lényeges különbség, azonos térfogat esetén, vagy nagyon gyorsan mozgott a víz (kis térfogat), vagy nagyon sok higany kellett (nagy térfogat). Egy szóval, már a bevezető tájékoztató kísérletek a problémák ösztönét ontották és hozzátehetjük jó talajra, mert a tanulók ezek nagyrésztét (önállóan!) fel is fogták.

Az elméleti tájékozódás és a bevezető kvalitatív kísérletek után következett a program-tanulók munkája szempontjából - legértékesebb részletének a feldolgozása: eljutni Stokes törvényéhez.

Erősen lehűtött glicerinen sikerült az eső golyó egyenletes mozgását biztosítani és megfigyelni. A bevezető elméleti megfontolás (hogy fellép $F_3 = \frac{4r^3\pi}{3} (\gamma_q - \gamma_f)$ nagyságú erő) elvégzése nem okozott problémát. Annál több tanári segítséget kellett azonban adni ahhoz, hogy hogyan kell szisztematikusan keresni a megfelelő mennyiségek közötti kapcsolatot, és miért következik abból, hogy $r^2/v = \text{konst.}$ és $\gamma_q - \gamma_f = \text{konst}$ az, hogy $\frac{r^2(\gamma_q - \gamma_f)}{v} = \text{konst}$ szintén igaz. A leírásra kerülő program jóval részletesebb éppen ezért, mint az, amit először a tanulók kezébe adtunk és ez utóbbi lépés még így is segítséget kívánt. A programkészítésnek ez a hiányossága szinte természetesen fakad abból a tényből, hogy a tanár előre tudja honnan hová akarja eljuttatni tanítványait és a cél ismerete helyenként a program szükségességét, hiányos voltát eredményezheti. A mérések elvégzésénél igen jól hasznosították a kvalitatív

kísérletek tapasztalatait, főleg egy hosszabb vizsgálódás áttekintése, átfogása szempontjából; inkább az összefüggések matematikai formulába foglalása okozott problémát.

(Miért nem a szorzata szerepel a vizsgált mennyiségeknek, tehát: $\frac{r^2(\gamma_2 - \gamma_1)}{v}$?)

A program második része viszkozitásmérés volt. Ez a rész sikerrel teljesítette azt a feladatot, hogy különböző mérőberendezésekkel, és azokhoz kapcsolódó mérési eljárásokkal ismertesse meg a tanulókat. A Höppler-féle és az Ostwald-féle viszkoziméter üzemeltetése és kezelése, az Ultratermosztát felhasználása állandó és adott hőmérsékleten való mérésre, a különböző sűrűségmérési eljárások (Mohr-Westphal mérleg, piknométer) és a légfékes mérleg felhasználása tömegmérésre mind megannyi új feladatot jelentett a tanulóknak és gazdagította ismereteiket. A két különböző viszkoziméter két különböző mérési eljárás megismerését tette lehetővé: abszolút, ill. relatív mérési módszert. A mérési eredmények 1-2 százalékos relatív hibája tanulói kísérletek esetén kielégítőnek mondható.

Összegezve: a program az említett fogyatékoktól eltekintve alkalmas volt arra, hogy bevezesse a tanulókat a fizikai gondolkodásmód gazdag formavilágába.

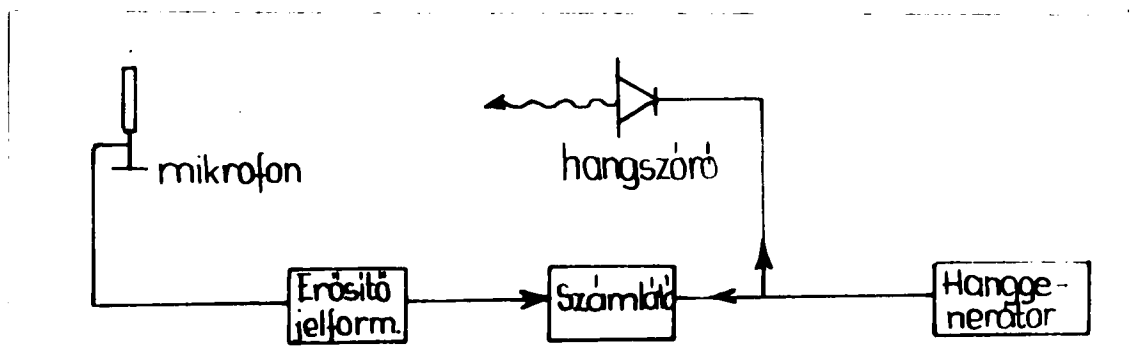
16.§. Valamely fizikai mennyiség meghatározására szolgáló különböző mérési eljárások összehasonlításának néhány szempontja

A fent megjelölt célból az alábbi munkatervet készi-

tettük és dolgoztattuk fel a tanulókkal.

2. számú munkaterv: A gravitációs gyorsulás meghatározása;
rövid időközök mérése

A címben azért nem használtuk a "munkaprogram" kifejezést, mert ebben az esetben nem adtunk kis lépésekre lebontott feladatsort a tanulók kezébe. Az első szakköri foglalkozáson előadást hallottak a tanulók az idő méréséről. Az előadás foglalkozott az időmérés fizikai alapjaival és történeti fejlődésével, felvázolta a gravitációs-, kvarc- és nukleáris órák működésének elvi alapjait. Bemutatásra került a fizikai kutatások és az ipari jellegű mérések területén rövid időközök számlálására használt scaler. A 16,1. ábrán vázolt demonstrációs mérést látták a tanulók a hang



16,1. ábra

terjedési sebességének meghatározására.

Ezt az előadást szántuk a rövid időközök mérése iránti érdeklődés felkeltésére. Természetesen a II., III. osztályos tanulókból álló három főnyi csoport¹ nem scalerrel

¹Vozáry Eszter, Bárczi Szaniszló, Bagi Mária.

végezte méréseit, de sok tapasztalatot gyűjtöttek a féléves munka során azt vizsgálva, hogy hogyan lehet egyszerű eszközökkel a kis távolságon lejátszódó szabadeséshez szükséges időtartamot meghatározni. A konkrét cél az volt, hogy egy fizikai mennyiség a "g" gravitációs gyorsulás különböző eljárásokkal történő meghatározása során kikeressék a rendelkezésre álló módszerek közül a legpontosabbat, továbbá abba az irányba is tegyenek lépéseket, hogy egy-egy eljárást finomítsanak, pontosítsanak. "g" értékét az alábbi módszerekkel határozták meg a tanulók:

- a) "g" meghatározása fonálingával,
- b) "g" mérése Whiting ingával,
- c) "g" meghatározása rugóra függesztett test rezgés-idejének méréseiből,
- d) "g" meghatározása forgó gramofontányérra ejtett golyó nyomának megfigyelésével,
- e) "g" mérése "utsokszorozásnak" megfelelő csepegtetéssel, Mariotte-féle palack felhasználásával,
- f) "g" meghatározása keményítőes ejtőgéppel,
- g) "g" mérése elektromos stopperórával.

A 2. számú munkaterv végrehajtásáról. A munka értékelése

A tanulók minden esetben megismerkedtek az eszköz leírása alapján annak működésével, elvégezték a méréseket és a hibaszámítást. Rangsorolták a mérési eljárásokat az elérhető pontosságnak megfelelően, elemezték a hibaforrásokat

és azok csökkentésének lehetőségét, olvastak a rövid időközök méréséről és további mérési eljárásokat kerestek "g" meghatározására; munkájuk eredményét írásban is összefoglalták. Mindehhez a tanulók írásban és szóban is segítséget kaptak, mégis voltak nehézségeik.

A fonálingával való mérés eredményeinek kiértékelésekor először kerültek szembe a relatív hiba meghatározásával, ami elemi differenciálási tudást igényelt. A mat.-fiz. tagozatos osztályba járó tanulóknak ez a matematika órán szerzett ismeretek fizikában való alkalmazását jelentette.

A rugóra függesztett test rezgésidejével kapcsolatos mérést /36/ alapján önállóan végezték el. E munka során főleg a realizálás okozott nehézségeket.

Az utsokszorozás elvén alapuló méréssel kapcsolatban a /32/ cikket olvasták el a tanulók, és ennek alapján beszámoltak a Párkányi-féle utsokszorozó gépről és az /5/-ből ismerték meg a Mariotte-féle palackot. Vizcseppek szabad esésének lassított vizsgálatát tette lehetővé az Orisztrob (elektronikus sztroboszkóp), amelyet megismertek és használtak a tanulók. Az utsokszorozó elvén alapuló mérési eljárás nagymértékben az érzékszervekre, főleg a fülre támaszkodott, azért igen sokat kellett gyakorolniuk a mérési eljárást ahhoz, hogy kiértékelhető mérési eredményekhez jussanak.

Az ejtőgéppel való mérés során először működőképes állapotba kellett hozni a készüléket. A jó mérésekhez szüksé-

ges megfelelő keményítő-s-káliumjódidos oldatot csak hosszú ideig tartó kísérletezéssel sikerült előállítaniok, Emellett igen óvatosan kellett végezni a méréseket, mert a készüléken 220 V feszültségű szigeteletlen huzal is van.

A középiskolában nem használatos elektromos stopperóra és a félautomatikusan működő Leybold gyártmányú ejtőgép kezelése III. osztályos tanulóktól igen nagy gondosságot és óvatosságot igényelt. Ezeket az eszközöket először egy előadás alkalmából látták (az egyenletesen gyorsuló mozgás jellemzőinek mérése során). Igen nagy öröm és megtiszteltetés volt számukra, hogy maguk is használhatták. A fő nehézséget talán éppen ez a megilletődöttség jelentette.

A legnagyobb problémát a mérési munka és a kitűzött feladatok megoldásának írásba foglalása okozta. Ezen legnagyobb nehézség leküzdéséhez az ösztönzést a Középiskolai Matematikai Lapok Fizikai Rovatában 1967. májusában meghirdetett pályázat adta: "Pályázat a nehézségi gyorsulás meghatározására. Határozzuk meg a nehézségi gyorsulást (g -t) különféle módszerekkel és hasonlítsuk össze az egyes eljárásokat pontosságuk szempontjából" /18; 239. old./.

A három tagú csoport egyik tanulója¹ vállalkozott arra, hogy a már kész mérések eredményét írásos formába önti. Az elismerés, a nyilvános siker reménye nagy hajtó-

¹Vozáry Eszter

erőnek bizonyult. A dolgozat munkánk 6. számú melléklete. A 25 gépelt oldal terjedelmű, fényképekkel, grafikonokkal illusztrált dolgozat legértékesebb vonása, hogy minden egyes mérés hibaszámítással történő értékelése után részletesen elemzi a mérési eljárás finomításának, javításának lehetőségeit. Ez harmadik osztályos tanulótól nem csekély teljesítmény és jó kísérletező érzékre vall. A pályázatként benyújtott dolgozat az országos versenyen első helyezést nyert, ami a jó munka megérdemelt jutalma lett. "A nehézségi gyorsulás meghatározására hirdetett pályázat eredménye: A pályázat igen eredményes volt, mert 12 dolgozat érkezett be és ezek szerzői a legkülönbözőbb módszereket használva értek el szép eredményeket. I. Vozáry Eszter (Szeged, Ságvári g. III. o. t.) ingákkal, rugó rezgésével, különböző ejtőgépekkel hétféle módszerrel mért, eljárásait gondosan ismertetette, a hibalehetőségeket megvizsgálta. Áttekinthetően megírt dolgozatában fényképekkel is bemutatta eszközeit. 100 forint jutalmat kap" /19; 183. old./.

17.§. Csoportos kutatómunka szervezésének néhány kérdése

Az alábbiakban csoporton belüli munkamegosztásra mutatunk be példát.

3. számú többágu munkaprogram: Vizsgálatok az elektromos ellenállás c. téma köréből

Ez a munkaprogram második matematika-fizika szako-

sított tantervű osztály tíz tanulója¹ számára készült az-
zal a céllal, hogy kutatócsoportéhoz hasonló szervezésben
folyó munkát tanulmányozhassunk. Különösebb érdeklődés
felkeltésére ebben az esetben nem volt szükség, ugyanis
az 1967. őszén tartott első foglalkozáson azt kérték a
tanulók, hogy okvetlenül az elektromosságtan köréből kap-
janak témát, mert őket elsősorban az érdekli. A programot
tehát úgy kellett elkészíteni, hogy eleget tegyen ennek a
kivánságnak, figyelembevéve, hogy a tanulóknak csak a
VIII. osztályos általános iskolai elektromosságtani isme-
reteire számíthattunk. Így esett a választás éppen az e-
lektromos ellenállás témakörére. A VIII. osztályos tan-
könyv fémes vezetők ellenállásával foglalkozik, és a fe-
jezet végén említést tesz folyadékok fajlagos ellenállá-
sáról is. Kézenfekvő volt ezen a téren bővíteni a tanu-
lók tudását. A munka előkészítéséhez szakmai téren Vermes
Miklós /38/ és /39/ munkáit, pedagógiai vonatkozásban
Buzás László /8/ munkáját használták fel. Ez utóbbi mű a
tanítási óra vonatkozásában foglalkozik a csoportmunka kér-
déseivel, de azok a nevelés szempontjából igen értékes vo-
nások, amelyeket felsorol: velejárói hasonló szervezésű
szakköri munkának is.

Az egész csoport összmunkájának célja hármas. 1. A

¹Mezősi Gábor, Tóth Zoltán; Dombi Gábor, Kovács István;
Széll Margit, Kovács Árpád; Tombácz Imre; Nagy Albert, Ormos
Pál, Vámos Mária.

wolfram elektromos ellenállása hőmérséklet-függésének felderítése a szobahőmérséklettől 3000°C -ig terjedő hőmérséklet-tartományban, közvetlen- és közvetett módon történő vizsgálat által. 2. Sók és savak vizes oldatai ellenállásának mérése a hőmérséklet-, ill. a koncentráció függvényében. 3. Választ adni a következő kérdésekre: Miért csökken a nátriumklorid oldat ellenállása a hőmérséklet emelkedésekor? Vezetik-e az elektromosságot a kristályos állapotban szigetelő anyagok olvadáskor?

Ennek a célnak az elérésén dolgozott 10 tanuló 5 csoportban, az 1967/68. tanév szakköri foglalkozásain. Három csoport a felmerült problémák közvetlen megoldásán, kettő pedig "laboránsi munkát" végezve. Ez utóbbiakra a viszkozitás- és sűrűségmérések elvégzése miatt volt szükség.

Az I. csoport programja:

Fémek ellenállásának függése a hőmérséklettől

1. kérdés Hogyan függ az elektromos ellenállás a vezető adataitól?
2. kérdés Mi az elektromos ellenállás jele és egysége?
3. kérdés Mit nevezünk fajlagos ellenállásnak? Mi a jele?
Mi a dimenziója?
4. kérdés Mitől függ még a vezető elektromos ellenállása?

Irodalom: 8. osztályos általános iskolai tankönyv 45-50. old.

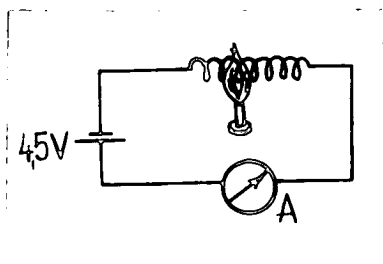
IV/0. gimnáziumi tankönyv 31-32. old.

5. kérdés Hogyan szól Ohm-törvénye vezető szakaszra?

6. kérdés Hogyan mérhetjük meg egy vezeték ellenállását Ohm törvénye alapján? Készíts kapcsolási rajzot!

Fordalom: 8. osztályos általános iskolai tankönyv 53. old.

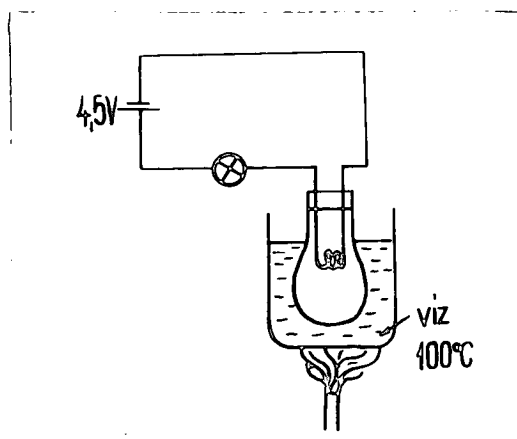
1. feladat: Vizsgáljuk meg hogyan változik a vasdrót ellenállása ha melegítjük?



17,1. ábra

Állítsuk össze az ábrán látható áramkört és gázlánggal melegítsük a drótot! (Vigyázat nyílt láng!) Mit tapasztalunk?

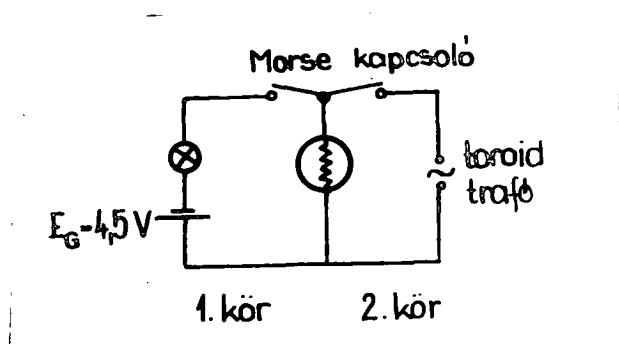
2. feladat: Vizsgáljuk meg hálózati izzólámpa (220 V, 200 W-os) wolfram száljának hő okozta ellenállás-változását!



17,2. ábra

Állítsuk össze az ábrán látható áramkört, telep, zsebizzó és hálózati izzó sorba-kapcsolásával úgy, hogy a zsebizzó éppen csak világítson, majd merítsük a hálózati izzót forró vízbe! Mit tapasztalunk?

3. feladat: Hevítsük magasabb hőmérsékletre az izzólámpa (220 V, 200 W) wolfram szálát elektromos áram segítségével és vizsgáljuk az ellenállás változását! (Vigyázat hálózati feszültség!)



17.3. ábra

- A Morse kapcsolóval zárjuk az 1. kört! A zseblámpa izzik.
- A Morse kapcsolóval zárjuk a 2. kört és a toroid transzformátorral adjunk akkora feszültséget a hálózati izzóra, hogy éppen világítson.
- Ezután ismét hozzuk a Morse kapcsolót 1. állásba, majd zárjuk az 1. kört!

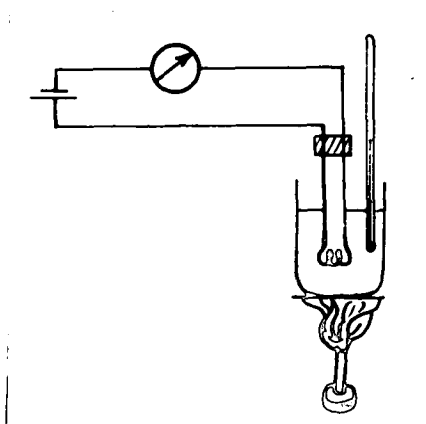
Mit tapasztalunk?

4. feladat: Írd le, hogy milyen új eszközt ismertél meg, és hogy az mire használható!

7. kérdés Mit mondhatunk az eddig elvégzett kísérletek alapján a fémek ellenállásának hőmérséklettől való függéséről?

5. feladat: Állapítsuk meg mennyiségi kapcsolatot a hőmérséklet és az ellenállás között.

Burájától megfosztott, 220 V, 40 W-os izzólámpa wolfram szálát melegítsük lassan petróleum fürdőben. (Toroid transzformátor és rezsó segít-



17,4. ábra

ségével.) A petróleumfűrdőt 60°C -ig alkalmazhatjuk, 60°C -tól 170°C -ig paraffin fűrdőt használunk. MÉRJÜK A FÜRDŐ HŐMÉRSÉKLETÉT ÉS

a hőmérséklet leolvasásakor zárjuk az áramkört és olvassuk le az áramerősség értékét is. (A feszültséget csak a mérés időtartamára kapcsoljuk az izzószálra, egy-két másodpercre! Miért?) Készítsünk értéktáblázatot és grafikont! (Legalább három mérést végezzünk!)

Hőmérséklet $^{\circ}\text{C}$	Ellenállás Ω

Értékeljük a kapott eredményt!

6. feladat: Az $R = f(t)$ függvény grafikonja egy, az R tengelyt metsző egyenes. Irjuk fel a megfelelő függvénykapcsolatot!

8. Segítő kérdések Hogyan szól az y tengelyt metsző egyenes függvénye?

Hogyan írhatnánk fel a mi esetünkben a függvénykapcsolatot? (Mi lesz y , m , x , b ?)

Mi lesz itt az iránytangens? Mi ennek a fizikai jelentése?

Írjuk olyan matematikai alakba az iránytangenst, hogy R_0 szorzótényezőként szerepeljen benne! (R_0 szorzótényezőjét nevezzük α -nak.) Mi α fizikai jelentése?

Válaszoljunk a 6. feladatban szereplő kérdésre, α és R_0 segítségével.

Határozzuk meg α dimenzióját!

7. feladat: Határozzuk meg mérési eredményeink alapján a wolfram hőmérsékleti együtthatóját! Hasonlítsuk össze eredményünket az irodalmi értékkel ($\alpha_w = 0,0048 \frac{1}{^\circ\text{C}}$).

8. feladat: Haladjunk magasabb hőmérsékletek felé és vizsgáljuk $R(t)$ kapcsolatát. Szabad levegőn nem lehet az izzószálat (wolframszálat) izzásig hevíteni, mert elég, de az izzólámpában, amelyben légüres tér vagy semleges gáztöltés van, az izzási hőmérséklet 2500°C -ig is emelkedhet. Adjunk toroid transzformátorról egyre növekvő feszültséget 220 V, 15 W-os izzólámpára, 0-tól 220 V-ig 10 V-onként. Készítsük el az összeállítás kapcsolási rajzát is. Minden esetben mérjük a feszültséget, áramerősséget és számítsuk ki az ellenállást és a teljesítményt is!

U(V)	I(A)	R(Ω)	W(W)
0,5			
10,0			
20,0			

9. kérdés Lehet-e ebben az esetben ábrázolni az $R(t)$ összefüggést? Ha $R(I)$ vagy $R(U)$ összefüggését ábrázolnánk, milyen lenne a grafikonunk? Nézzük meg!

9. feladat: Ábrázoljuk az $R(W)$ összefüggést! Keressünk kapcsolatot a teljesítmény (W) és az izzószál hőmérséklete között!

Olvassuk el G. Gamov "A fizika története" című könyvéből a "Forró testek fénykibocsátása" c. fejezetet (125. old.)!

A talált két sugárzásra vonatkozó törvény közül melyik kapcsolatos a sugárzó test hőmérsékletével és hogyan szól?

Mit mondhatunk tehát az 1 sec alatt kisugárzott energiáról?

$$W = \sigma \cdot T^4 \quad \text{ahol} \quad \sigma = 5,673 \cdot 10^{-5} \text{ erg cm}^{-2} \text{ sec}^{-1} \text{ grad}^{-4}$$

10. feladat: Ismerkedjünk meg az abszolút hőmérséklet fogalmával!

Olvasd el a III. o. gimnáziumi tankönyvből "Az abszolút hőmérsékleti skála" c. részt (273-274. old.)!

Olvassuk le a tantermi hőmérőt és állapítsuk meg Kelvin fokokban a szobahőmérsékletet.

(Néhány (legalább öt) nevezetes hőmérséklet értéket fejezzünk ki Kelvin fokokban!

Megjegyzés: Mivel a kisugárzott teljesítmény egyenlő a bevitt fűtőteljesítménnyel, azért törvényünkben W a bevitt fűtőteljesítményt jelenti. Ezt figyelembe véve mehetünk tovább az $R(T)$ kapcsolat felderítésében.

11. feladat: A $W = \sigma T^4$ formulából fejezzük ki T -t!

12. feladat: Táblázatunkat (amelynek alapján az $R(W)$ grafikont készítettük) egészítsük ki $\sqrt[4]{W}$ értékeivel!

10. kérdés Mit kell még meghatároznunk ahhoz, hogy a 7. feladat eredményeképpen kapott összefüggésből a különböző W értékekhez tartozó T értékeket meg tudjuk határozni?

13. feladat: Ábrázoljuk az $R(\sqrt[4]{W})$ összefüggést. Milyen következtetést vonhatunk le az $R(T)$ kapcsolatra vonatkozóan, ha a kapott grafikon egyenes?

14. feladat: Ezekután hogyan lehetne az $R(T)$ függvényt megkapni? (Gondoljunk az előbbi kérdésre!)

15. feladat: Számítsuk ki az ellenállás és hőmérséklet kapcsolatára vonatkozó összefüggésből, hogy mekkora hőmérsékleten lesz a wolfram szálnak 1000Ω az ellenállása? (A wolfram melegedési tényezője $\alpha = 0,005 \text{ } 1/^\circ\text{C}$; a kiinduló ellen-

állásérték a legkisebb feszültségnél kapott ellenállás, ekkor ugyanis még nincsen számottevő melegedés.)

16. feladat: Egészítsük ki táblázatunkat a megfelelő T , ill. t értékekkel!

Adataink segítségével az $R = R_0 \sqrt[4]{W}$ grafikon abszcissza tengelye alá írjuk be a hőmérséklet-értékeket Kelvin- és Celsius fokokban!

17. feladat: Kisérreljük meg(a wolframról szerzett tapasztalataink birtokában) egy általános törvény megfogalmazását a fémek ellenállásának hőmérséklettől való függésére!

18. feladat: Nézzünk utána, hogy mi a magyarázata a fenti jelenségnek! Írjuk le a legegyszerűbb modellt, amelynek alapján értelmezni lehet azt!

19. feladat: Nézzünk utána mi történik a fémek ellenállásával alacsony hőmérsékleten!

20. feladat: Állítsuk össze eddigi munkánk gondolatmenetét, kiemelve: vizsgálatunk célját, eszközeit (kísérleti összeállítások), végzett méréseink értékelését, az alkalmazott módszereket, a kapott eredményeket, irodalmi kiegészítéseket.

Megtartandó beszámolónkhoz milyen szemléltető táblákat készítenénk?

A II. csoport programja:

Oldatok ellenállásának függése a hőmérséklettől

1. kérdés Milyen folyadékok vezetnek az elektromos áramot?
2. kérdés Hogyan történik az elektromos vezetés fémekben, ill. folyadékokban?

Irodalom: 8.o. általános iskolai tankönyvből a 11., 12. és az 50. oldal, továbbá a IV. o. gimnáziumi tankönyvből az 58. és 59. old.

3. kérdés Mit értünk folyadékok fajlagos ellenállásán?

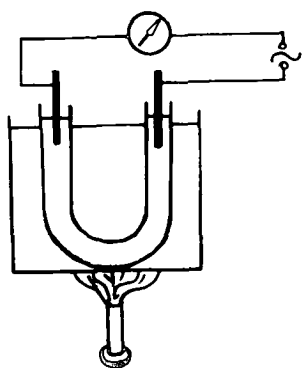
Irodalom: 8.o. általános iskolai tankönyv 50. old.

1. feladat: Ionvándorlás kísérleti megfigyelése: rézbikromát vizes oldata segítségével mutassuk meg, hogy a rajta áthaladó elektromos áramlás hatására az oldatban lévő ionok elmozdulnak! (A rézionok oldata kék, a bikromát ionoké pedig sárga színű.)

Irodalom: Vermes Miklós "Fizikai kísérletek, fizikai feladatok" c. könyve 106-108. old.

2. feladat: Az ionvándorlás bemutatása és megmagyarázása az egész szakkörnek.

3. feladat: Vízfürdőben melegítsük 5 %-os nátriumklorid oldatunkat a 17,5. ábrán látható összeállításban és vizsgáljuk meg, hogy hogyan függ az oldat



17,5. ábra

elektromos ellenállása a hőmérséklettől. Szobahőmérséklettől kezdve a mérést, minden 10°C -os hőmérséklet-emelkedés után (90°C -ig), kapcsoljunk a körbe néhány pillanatig 110 V-os váltakozó feszültséget! Az áramerősség és feszültség ismeretében határozzuk meg oldatunk ellenállását!

Készítsünk táblázatot

t hőmérséklet C	R ellenállás Ω
--------------------	--------------------------

A kapott értékpárokat (t, R) ábrázoljuk grafikonon! Értékeljük eredményünket!

4. kérdés Mit nevezünk vezetőképességnek?

Irodalom: IV. o. gimnáziumi tankönyv 49. old.

4. feladat: Mérésünk alapján számítsuk ki a vezetőképesség értékeit is különböző hőmérsékleteken ($\frac{1}{R}$).

Készítsünk ($\frac{1}{R}$ -t) grafikont!

Állapítsuk meg, hogy a vezetőképesség hogyan változik a hőmérséklet függvényében!

5. feladat: Az U alakú csőben lévő folyadékoszlop hosszúsága és keresztmetszete ismeretében határozzuk meg minden mért hőmérsékleten a fajlagos ellen-

állásokat (" κ " kappa)!

Készítsünk (κ -t) grafikont!

6. feladat: Ismételjük meg a 2., 3., 4. feladatot 2,5 %-os ammóniumklorid és 1 %-os sósav oldattal!

Az összefüggéseket a már elkészített koordináta-rendszerben ábrázoljuk más színű ceruzával!

7. feladat: Eddigi mérési eredményeinkből következtessünk a folyadékok elektromos ellenállásának a hőmérséklettől való függésére. Magyarázzuk meg a jelenséget!

A vízben uszó ionok mozgását a belső surlódás akadályozza.

5. segítő kérdések: Mi a belső surlódás vagy viszkozitás?

(Budó: Kísérleti fizika I. 267. old.)

Hogyan változik a hőmérséklet emelkedésével a víz viszkozitási együtthatója?

(Kohlrausch: Praktische Physik 899. old.)

Milyen erők hatnak tehát a folyadékban uszó ionokra és hogyan változnak ezek a hőmérséklet növekedésével?

Ábrázoljuk grafikusan mérési eredményeink alapján, hogy hogyan változik a vezetőképesség (κ) a hőmérséklet emelkedésével és ugyanezen a grafikonon ábrázoljuk a mért hőmérsékletekhez tartozó víz viszkozitások reciprokok értékeit is! (Ez utóbbit az irodalmi adatok alapján.)

Ezekután fogalmazzuk meg az oldatok hőmérsékletének emelkedésekor fellépő ΔR ellenállásváltozás és a víz belső surlódásának kapcsolatát!

8. feladat: α) Mérjük meg 5 %-os NaCl oldat ellenállását szobahőmérsékleten (R_1)!

β) Az 5 %-os NaCl oldatban legyen 15 % glicerín is, és mérjük meg ebben az esetben is az ellenállást (R_2)!

γ) Írjuk fel az R_1/R_2 arányt, hasonlítsuk össze az η_1/η_2 viszkozitásarányval! Mit tapasztalunk?

δ) Készítsünk olyan 5 %-os NaCl oldatot is, amelyben 10 % zselatin van, mérjük meg ennek is az ellenállását ugyanazokon a hőmérsékleteken, amelyen a tiszta NaCl oldat esetében! Mit tapasztalunk, ha a két méréssorozatot összehasonlítjuk? Mit tapasztalunk, ha a szobahőmérsékleten mért ellenállásértékek arányát hasonlítjuk össze a viszkozítások arányával?

Mi lehet az oka annak, hogy bár a glicerinnel is, zselatinnal is megnöveltük az oldatok viszkozitását, az ellenállások mégsem azonos módon változtak? (Kutassunk a víz, glicerín-molekulák Na és Cl ionok mérete után, milyenek ezek egymáshoz viszonyítva? Milyen méretű ezekhez képest a zselatin-molekula?)

Irodalom: Vermes Miklós: "Fizikai kísérletek, fizikai feladatok" c. könyve, 113. old.

9. feladat: Miután megvizsgáltuk a kristályos NaCl vizes oldatának elektromos ellenállását, nézzük meg, hogy önmagában egy kristályos anyag, esetünkben fixírsó vezet-e az elektromosságot? Hogyan változik a fixírsó ellenállása a hőmérséklet függvényében?

U alakú csőbe tegyünk összetört fixírsót, és helyezzünk bele hőmérőt és szénelektrodákat, amelyekre 110 V-os váltakozó feszültséget kapcsolunk! A melegítést vízfürdővel végezzük, a hőmérsékletet $25-95^{\circ}\text{C}$ -ig változtassuk! Adatainkat foglaljuk táblázatba, készítsünk grafikont!

(Végezzük el a mérést szobahőmérsékletről kiindulva, és utána a csökkenő hőmérsékletek irányában is!)

Mit tapasztalunk kristályos állapot esetében? Mi az oka ennek?

Mit tapasztalunk folyékony halmazállapot esetében?

Mi a magyarázata ennek?

Mi a túlhűtés jelensége?

10. feladat: Foglaljuk össze elért eredményeinket!

Új fogalmak. (Fajlagos ellenállás, vezetőképesség, viszkozitás.)

A különböző oldatok esetében a fajlagos ellenállás milyen kapcsolatban van a hőmérséklettel?

Magyarázzuk meg tapasztalatainkat az oldatok viszkozitása alapján! (Hol nem alkalmazható ez a ma-

gyarázat?)

Milyen folyadékok elektromos ellenállását vizsgáltuk még és mit tapasztaltunk?

A beszámoló előadáshoz szükséges demonstrációs kísérlet leírása.

Mérési eredmények bemutatásra kerülő grafikonjainak elkészítése.

A III. csoport programja:

Oldatok fajlagos ellenállásának függése a koncentrációtól

1. kérdés Mit értünk oldatok fajlagos ellenállásán?
2. kérdés Hogyan mérhetnénk meg oldatok fajlagos ellenállását?
3. kérdés Egyen-, vagy váltakozó feszültséget lenne célszerű alkalmazni?

Irodalom: 8. o. általános iskolai tankönyv 50. old.

IV. o. gimnáziumi tankönyv 58-59. old.

1. feladat: Készítsünk különböző koncentrációju oldatokból sorozatot, az ellenállás koncentrációfüggésének vizsgálatához! Az oldatokat

10 %-os NaCl oldatból,

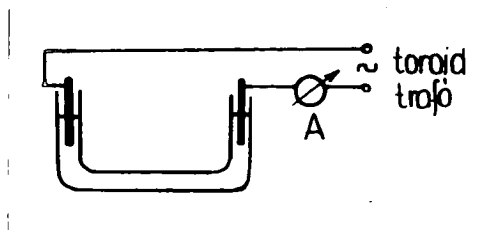
5 %-os ammóniumklorid oldatból és

2,5 %-os sósav oldatból

készítsük további hígítással!(1. irodalom).

2. feladat: Végezzünk tájékoztató jellegű méréseket a folyadékmennyiség és a szükséges feszültség meghatáro-

A zására!



17,6. ábra

3. feladat: Készítsünk mérési tervet annak megvizsgálásához, hogy hogyan függ az elektrolitek fajlagos ellenállása koncentrációjuktól.

Irodalom: Vermes Miklós "Tanári segédkönyv" a 2073. sz. "Fizika az általános gimnáziumok IV. osztálya számára" c. tankönyvhöz, 135-137. old.

4. feladat: Hajtsuk végre mérési tervünket adott hőmérsékleten (szobahőmérsékleten)! A mérési adatokat foglaljuk táblázatba! (Minden esetben legalább három mérést végezzünk!)

5. feladat: A mért adatok alapján készítsünk grafikont minden oldat esetében! Értékeljük mérési eredményeinket!

6. feladat: Mérési adataink szerint az NaCl oldat koncentrációjának növekedése a fajlagos ellenállás értékének csökkenését vonja maga után. Milyen matematikai kapcsolatot sejthetünk emögött? Vizsgáljuk meg a c. ρ szorzatokat! Mit tapasztalunk?

A IV. csoport programja:

Folyadékok sűrűségének mérése Mohr-Westphal mérleggel

1. kérdés Hogyan szól a sűrűség definíciója? Mi a jele?
Melyek az egységei?
2. kérdés Hogyan tudnánk megmérni folyadékok sűrűségét?
A tömeg és térfogatmérésen alapuló "abszolút" sűrűségmérési eljárás mellett gyakran alkalmaz-
zák pl. a Mohr-Westphal mérleggel történő "relatív" sűrűségmérési eljárást, amely a vizhez viszonyít-
va adja meg valamely oldat sűrűségének nagyságát.

1. feladat: Tanulmányozzuk a Mohr-Westphal mérleggel történő sűrűségmérési eljárást!

Irodalom: A mérési eljárás leírása, a desztilláltviz sűrűség-hőmérséklet táblázata (mellékelve a programhoz).

2. feladat: Ismerkedés a Mohr-Westphal mérleggel. Próbamérések végzése.

3. feladat: Készítsünk 100 cm^3 5 %-os NaCl oldatból további hígítással 2,5 %-os, 1 %-, 0,5 %- és 0,1 %-os oldatot és 2,5 %-os ammóniumklorid oldatból 1 %-, 0,75 %-, 0,5 %-, 0,25 %-os oldatot, továbbá 5 %-os sósav oldatból 1 %-os, 0,5 %-, 0,25 %-, 0,1 %-, 0,075 %- és 0,05 %-os oldatot!
Pl. 100 cm^3 5 %-os sósav oldathoz 95 cm^3 desztilláltvizet adva az oldat 2,5 %-os lesz (térfogat-százalék!)

4. feladat: Mérjük meg az elkészített oldatsorozat sűrűségét szobahőmérsékleten Mohr-Westphal mérleggel! Ábrázoljuk folyadékonként a sűrűséget a koncentráció függvényében!

5. feladat: Sűrűségmérések elvégzése a II. csoport munkájához. A glicerinnel, ill. zselatinnal sűrűbbé tett oldatok sűrűségének meghatározása (1. II. csoport programja); ugyanazon a hőmérsékleten, amelyen az ellenállásméréseket a II. csoport végezte.

Az V. csoport programja:

Folyadékok belső surlódásának, viszkozitásának mérése

1. kérdés Mit értünk folyadékok belső surlódásán?
2. kérdés Hogyan szól a Newton-féle surlódási törvény?
3. kérdés A Newton-féle surlódási törvény segítségével határozzuk meg az " η " viszkozitási együttható dimenzióját, CGS-egységét! Ennek neve 1 poise.

Irodalom: 1. számú munkaprogram. Első rész.

1. feladat: Végezzünk tájékoztató jellegű kísérleteket a folyadékok viszkozitásának megismerése érdekében: a) folyadékoszlop lengetésével, b) a vizsgált folyadékok kifolyási sebességének mérésével, c) a folyadékokban eső golyó esési idejének mérésével. (Valamennyi kísérletet szobahőmérsékleten végezzük!)

Az a) kísérlethez vizet, etilalkoholt és glicerint használjuk, és hasonlitsuk össze 10 lengés idejét!

A b) kísérletnél viz, etilakohol és glicerin kifolyási idejét megmérve, a kapott eredményeket foglaljuk az alábbi táblázatba:

Anyag megnevezése	Kifolyási idő				Sűrűség (írodalomból)	Viszkozitás (írodalomból)
	I	II	III	átlag		

Írjuk fel a vizsgált anyagokat a legkisebb kifolyási időtől kezdve növekvő sorrendben, írjuk mellé a viszkozitásokat is!

A c) kísérletben vízben, glicerinben és etilalkoholban eső golyó mozgását vizsgáljuk. Mérjük az esés-időket, olyan körülményeket biztosítva, hogy a golyó egyenletes mozgást végezzen. (Célszerű könnyű műanyag golyót használni.) A mért adatokat értékeljük a fenti módon.

Foglaljuk össze az a), b), c) kísérlet során szerzett tapasztalatokat!

Irodalom: 1. sz. munkaprogram. Első rész.

2. feladat: Ismerjük meg az Ostwald-féle viszkozimétert és alkalmazását!

Irodalom: 1. sz. munkaprogram, Második rész.

3. feladat: Határozzuk meg szobahőmérsékleten

nátriumklorid: 10, 5, 2,5, 1, 0,5 és 0,1 %-os,

ammóniumklorid: 5, 2,5, 1, 0,75, 0,5, és 0,25 %-os,

sósav 5, 1, 0,5, 0,25, 0,1, 0,075 és 0,05 %-os

vizes oldatának viszkozitását.

4. feladat: Ismerkedjünk meg a Höppler-féle viszkoziméter kezelési módjával. Végezzünk próbaméréseket desztillált vízzel szobahőmérsékleten!

Irodalom: 1. sz. munkaprogram. Második rész.

5. feladat: Végezzünk kontrollméréseket az Ostwald-féle viszkoziméterrel kapott eredményekhez.

6. feladat: Mérjük meg a II. csoport programjában szereplő glicerinnel, ill. zselatinnal sűrűbbé tett oldatok viszkozitását (felhasználva a IV. csoport által mért sűrűségértékeket) azon a hőmérsékleten, amelyen elektromos ellenállásukat mérte a II. csoport.

A 3. számú többágu munkaprogram végrehajtásáról. A munka értékelése

Itt arról adunk számot, hogy hogyan hajtották végre a tanulók az egyes programokat, hogy mily módon sikerült az összmunka és hogy mennyire volt szerencsés II. osztályos tanulókat foglalkoztatni ebben a témakörben. Az I. csoport

- amely a fémek ellenállását vizsgálta a hőmérséklet függvényében - rendkívül ügyesen és szívéssen dolgozott. Nagy izgalmat keltettek első kvalitatív méréseik. Vasdrótból készült spirálist melegítettek és vizsgálták az ellenállás változását. Tudták előre, hogy az ellenállásnak nőnie, a mért áramerősségnek csökkennie kell, a kísérletek azonban többszöri megismétlés után éppen az ellenkezőjét mutatták ennek, mindaddig míg rá nem jöttek, hogy a demonstrációs ampermérőt valaki nem jól helyezte vissza dobozába és a mutató surlódása miatt hamis értékeket mértek. Ekkor szerezték az első tapasztalatot: ha egy kísérletnél probléma van, nem lehet annak egyetlen részletét figyelni, hanem minden összetevőt meg kell vizsgálni. Nem volt könnyű a wolfram-szál ellenállásának vizsgálata sem. Az üvegburájától megfosztott izzólámpa drótspirálisa rendkívül kényes, vékony és rideg anyag, könnyen törik. Nem könnyű finoman bánni ilyen törekeny jószággal 16 éves fiutanulónak. A méréseket ennek ellenére jó eredménnyel elvégezték. Igen erős biztatásra volt azonban szükség ahhoz, hogy a kapott grafikon felhasználásával felderítsék az $R_t = R_0(1 + \alpha t)$ összefüggést. Jóllehet minden eleme ismert volt a gondolatmenetnek, a megfelelő matematikai ismeretek és a kísérleti eredményeik ~~ilyen~~ egybevetése rendkívül idegen, szinte ijesztő volt számukra. A program pedig csak ezután kezdett nehéz lenni. Magas hőmérsékletet már nem lehetett folyadékfürdővel elérni, ehhez elektromosan kellett a wolfram-szálat

izzítani és a hőmérséklet közvetlen mérése sem volt többé lehetséges. A továbbiakban csak a teljesítményt és az ellenállást tudták mérni. Bár a Stefan-Boltzmann törvény alapján történő hőmérsékletmérés csak durva megközelítése a probléma megoldásának, mégis igen tanulságos eljárás volt. A méréseket és azok kiértékelését gondosan végezték el a tanulók, eredményeik leírása azonban nem nyert olyan gondos kidolgozást, amelyet megérdemelt volna. S ez nem egyedi jelenség. Általános tapasztalat, hogy a tanulók szívesebben kísérleteznek, mérnek és számolnak ebben a korban, de eredményeik gondos leírásától idegenkednek.

A II. csoport a folyadékok ellenállását vizsgálta a hőmérséklet függvényében. Kissé aggasztott bennünket, hogy 110 V ~ feszültséggel kell dolgozniuk a tanulóknak, azonban ez semmiféle problémát sem okozott. Igen gondosan, óvatosan és ügyesen dolgoztak, de nem minden nehézség nélkül. Sok időt eltöltöttek a Vermes-féle ionvándorlási kísérlet reprodukálásával, sajnos sikertelenül. Valószínűleg nem állt rendelkezésre kellő tisztaságú anyag. Ezért változtatni kellett a programon, és más ionvándorlást szemléltető kísérletet javasolni, ami végül sikerrel járt. Az oldatok ellenállásának vizsgálatánál a gondatlanul elkészített elektródák okoztak elmaradást (és sok bosszúságot) a munkában. Nem volt könnyű a jelenség indokolása sem. Ezen a helyen kellett az összmunka csucsára érkeznie a II., IV. és V. csoportnak. A magyarázathoz ugyanis fel kellett deri-

teni az oldat ellenállásának hőmérsékletfüggése és az oldat viszkozitásának hőmérsékletfüggése közötti kapcsolatot.

A II. csoport segítségül vette az V. csoport viszkozításra vonatkozó ismereteit és felhasználta az eredeti oldatok-, valamint a glicerinnel, ill. zselatinnal sűrűbbé tett oldatok viszkozítására vonatkozó mérési eredményeit. (Ez utóbbiakhoz végeztek sűrűségméréseket a IV. csoport tagjai.) Így tudták megállapítani, hogy az oldatok ellenállásának hőmérsékletfüggését tulajdonképpen a víz viszkozitásának hőmérsékletfüggése okozza, hiszen a glicerinnel, ill. zselatinnal való sűrítés növelte ugyan a viszkozitást már szobahőmérsékleten is, de az oldat elektromos ellenállását teljesen eltérő módon befolyásolta. (A víz viszkozitásának értékeit hőmérsékletfüggésben nem a tanulók mérték meg, hanem irodalmi adatokat használtak fel.)

A programnak a kooperációval kapcsolatos kérdései nehezek voltak a tanulók számára elsősorban azért, mert rendkívül nehezen lehetett arra készíteni őket, hogy gondos feljegyzéseket készítsenek, ami pedig hosszabb lélegzetű kísérletező munkánál feltétlenül szükséges. Előfordult véletlen jellegű kooperációt gátló tényező is. A II. csoport elkészítette a glicerinnel, ill. zselatinnal sűrített oldatokat és amikor ellenállásmérésre került a sor, az ampermérő alig mutatott kitérést. Sokszoros ismétlés, fejtörés után derült ki, hogy nem a vizsgált nátriumklorid oldatot, hanem tiszta vizet tettek sűrűbbé és ezért nem volt áramvezetés.

A IV. és V. csoport munkájával kapcsolatban megjegyezzük, hogy - bár a párhuzamosan folyó kísérletek elvégzéséhez szükséges időtartamokat nem ismertük - a vizsgált jelenség értelmezéséhez szükséges adatok idejében rendelkezésre álltak. Megemlítjük még, hogy nehéz egyetlen feladattal (pl. sűrűségméréssel) hosszú ideig foglalkoztatni ilyen életkorú tanulókat. Nem tudják még kellőképpen értékelni, hogy mennyire fontos az alapadatoknak a pontos meghatározása a tudományos kutatómunkában is.

Végül még a témaválasztással kapcsolatban megjegyezzük, a következőket. Igaz, hogy a tanulók érdeklődése, lelkesedése igen fontos a munka eredményessége érdekében, azonban ha bele is egyezünk abba, hogy a tanulók olyan témakörrel foglalkozzanak, amely középiskolai tanulmányaikat megelőzi, csak rövidebb lélegzetű munkát adhatunk nekik. Így könnyebben át tudják azt tekinteni, szívesebben leírják és többfélével tudnak foglalkozni. Természetesen nem mondhatunk le annak érzékeltetéséről, hogy a kutató-, kísérletező munka fáradtságos és időigényes.

18.§. Csoportmunka mellérendelt munkamegosztásban

4. számú munkaterv: Analógiák a mechanikai és elektromágneses jelenségek között. Rezgések és hullámok

A rezgésekkel és a hullámokkal a fizika számos területén találkozunk. A főleg negyedik osztályos tanulókból álló,

hattagu csoport¹ számára azért választottuk ezt a témakört, hogy számos analóg jelenség tanulmányozása során olyan összefüggéseket ismerjenek fel, amelyek felismerésére a tanítási órákon, a témák felaprózottsága miatt nincsen mód. S ha az egységes, formailag az egész területet átfogó matematikai leírásig nem is juthatnak el még a szakköri foglalkozásokon sem, legalább kísérleteken keresztül kerüljenek közelebb eme rendkívül fontos fizikai jelenségcsoport-hoz. A hat tanuló négy csoportban dolgozott párhuzamosan azzal a céllal, hogy a záró szakköri foglalkozáson bemutassák azokat a kísérleteket, amelyek egymásutánja kikényszeríti a hasonlóság-, és ezen keresztül egy általánosabb rezgés és hullámfogalom felismerését.

A munkatervet egy tanévre (1967/68) készítettük és ezt bontottuk még fel az egyes csoportok számára négy munkaprogramra. Mivel az előzőkben már több részletes munkaprogramot mutattunk be, most csak a munkatervet vázoljuk fel. Ezt a tervet tanári előadás formájában, néhány érdekes demonstrációval kísérve mutattuk be a tanulóknak. Ez töltötte be a motiváció szerepét és tette lehetővé, hogy mindenki érdeklődési körének megfelelően vállaljon részt a munkából.

¹Bérczi Alajos, Bérczi Szaniszló, Dombi László, Jung József, Maróti Péter, Vozáry Eszter.

1. Rezgések

a) Elméleti munka: a csoport minden tagja feleleveníti és elmélyíti a mechanikai rezgésekkel kapcsolatos ismereteit.

Eszközök és lehetőségek: tanári előadás, III. o. gimnáziumi tankönyv (136-156. old.), Budó: Kísérleti fizika I. 283-302. old.

b) Kísérleti munka:

I. csoport Rezgések időbeli lefolyásának vizsgálata (ingamozgás, rugó és torziós rezgések).

II. csoport Rezgések összetételének vizsgálata (mechanikai-, ill. elektromos rezgések esetén).

III. csoport Sajátrezgések és csillapodó rezgések vizsgálata (légoszlop rezgések és elektromos rezgések).

IV. csoport Kényszerrezgések (csillapítatlan rezgések) és a rezonancia vizsgálata (mechanikai és elektromos).

2. Hullámok

a) Elméleti munka: A csoport minden tagja feleleveníti és elmélyíti a mechanikai hullámokkal kapcsolatos ismereteit.

Források: Tanári előadás, III. o. gimnáziumi tankönyv 157-175. old., Budó: Kísérleti fizika I. 302-331. old.

b) Kísérleti munka:

I. csoport	Felületi hullámok (vzhullámok) tanulmányozása vzhullámokon. - Térbeli hullámok vizsgálata. Hullámhosszmérés hanghullámok esetén.
------------	--

II. csoport	A fény hullámtermészetének igazolása. (Interferencia- és elhajlási kísérletek; polarizációs vizsgálatok.)
-------------	---

III. csoport	A fény elektromágneses hullámtermészetének igazolása (Faraday-effektus, Kerr-effektus).
--------------	---

IV. csoport	Rádióhullámok, rádióadás és vétel. Hullámhosszmérés Lechaez-féle drótpárral.
-------------	--

A 4. számú munkaterv végrehajtásáról. A munka értékelése

Már említettük, hogy négy csoportban dolgoztak a tanulók, azt azonban még nem, hogy ez egy háromtagu és három egyedül dolgozó tanulóból álló csoportot jelentett. Itt volt tehát alkalmunk olyan tanulók munkáját megfigyelni akik nem tudtak, nem is akartak mással dolgozni.¹ Ez azért volt meglepő, mert a tanulók zöme egyedül nem hajlandó dolgozni. Valamennyi program végrehajtásáról nincs módunkban beszámolni, mindössze néhányat ragadunk ki.

Háromtagu csoport vizsgálta a rezgések összetételének kérdését. Ahhoz, hogy mechanikai rezgések összetételét merőleges rezgések esetén kísérletileg megvizsgálhassák, kettős ingát kellett készíteniök (l. Budó: Kísérleti fizika I. 286. old. 87, 2. ábra). A megfelelő inga elkészítése, amellyel egyező frekvenciák esetén az elliptikus rezgések amplitudótól, ill. fáziskülönbségtől függő különböző eseteit, továbbá különböző frekvenciájú rezgések eredőjét - az un. Lissajous-görbéket - lehet előállítani, nem könnyű dolog. Sok türelmet igényelt a frekvenciák beállítása, a keletkező görbe rögzítése. A tanulók ingája nedves papírra káliumpermanganáttal kevert homokot szórt, és így rögzíteni lehetett a különböző görbéket. (Elsősorban az elliptikus görbéket.) Azt azonban nem sikerült el-

¹Bérczi Alajos, Jung József

érni, hogy az ingák hosszát folyamatosan változtatva (különböző frekvenciák) tapasztalataikról rendszeres feljegyzéseket készítsenek és eredményeiket számítással ellenőrizték, jóllehet ez igen szép koncentrációja lehetett volna matematikai tudásuknak és fizikai kísérleteiknek. Összehasonlíthatatlanul nagyobb kedvvel végezték el ugyanennek a kísérletnek az elektromos megfelelőjét: két hanggenerátorral előállított hangfrekvenciás rezgések összetevését, amelyet oszcilloszkóppal vizsgáltak. Mindehhez igen sokat kellett tanulniok, ugyanis ezeknek a berendezéseknek egyéni használata nincs biztosítva a középiskolai tanulmányok során. Az eszközök leírásának felhasználásával és némi tanári segítséggel azonban ügyesen elsajátították ezeket az ismereteket is.

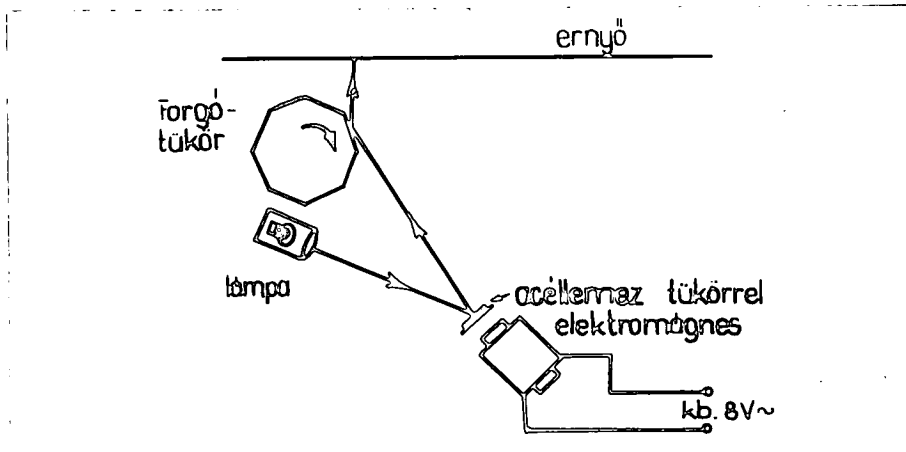
Igen nagy élményt jelentett a csillapítatlan rezgések időbeli lefolyásának vizsgálata mechanikai- és elektromos rezgések esetében. Ez volt a legszebb analógia. A mechanikai kísérlet segítségével könnyebb volt megérteni, hogy hogyan jelenik meg az oszcilloszkóp ernyőjén a szinuszhullám, ha annak függőleges lemezpárjára néhány voltos váltakozó feszültséget viszünk. Ezt a vizsgálatot az egyik egyedül dolgozó tanuló¹ végezte el; az ő jegyzőkönyvéből idézzük az alábbi részletet.

¹ Jung József

3. kísérlet:

- Eszközök: 1. gramofon meghajtó része,
2. szabályos nyolcszög alapú egyenes
hasáb, amelynek oldalai siktükrök,
3. fókuszálható 6 V, 15 W-os lámpa,
4. transzformátor,
5. elektromágnes, vasmagja előtt vékony
acéllemezzel (az acéllemez hossza és
ezáltal saját rezgése változtatható,
végén kis tükör található).

Elsötétített helyiség a kísérlet elvégzéséhez. A
kísérlet elrendezése a 18,1. ábrán látható felül-
nézetben.



18,1. ábra

A kísérlet, kettős kísérlet: a) Az acéllemez kis
tömege miatt követni tudja a váltakozó áram válto-

zását, amikor a lemez saját rezgésének frekvenciája megegyezik a váltakozó áraméval, rezonancia lép fel. A tükör rezgésének amplitudója maximálissá válik. Ez az eset a rezgő nyelv hosszának beállításával érhető el. A kísérleti eszközök mérete miatt a rezonanciagörbe felvétele körülményes lett volna. Mérni kellett volna a rezgő nyelv hosszát (kb. 25 és 35 mm között) és az amplitudót, ami rezonancia esetén is csak kb. 6 mm volt.

b) Az optikai részt is működésbe hozva, a kísérlet szemlélteti a rezgőmozgás időbeli lefolyását. A forgótükör biztosítja a vízszintes eltérítést. Szerepe ugyanaz mint a katódsugaras oszcilloszkópnál a fűrészrezgésnek. A rezgőnyelven lévő tükör, a róla visszaverődő fénysugár segítségével függőleges fénycsíkot hozna létre. Ezt "huzza szét" a forgótükör. Megfelelő beállítás esetén az ernyőn a szinuszhullám képe jelenik meg. A hullámkép megfelelő "magassága" az amplitudó változtatásával (l. fenn) érhető el.

Egyéb megfigyelés:

Ugy tűnt, hogy a szinuszhullám "kiszalad" az ernyőről. A fordulatszám változtatásával hol jobbra, hol balra. Néhány pillanatra a kép néha "megállt". Felmerül a kérdés: milyen fordulatszám-feltétel mellett áll meg a kép?

A gramofon fordulatszámát 81 és 103 között változ-

tathattam percenként.

Legyen a tükrök száma: k .

Egy tükörrre essék: i teljes rezgés.

Az áram frekvenciája: f_1 .

A gramofoné: f_2 .

A kép akkor marad egyhelyben ha i egész szám, vagy $1/k$ egész szamu többszöröse.

$2\pi/k$ radián elforduláshoz kell: $i \cdot \frac{1}{f_1}$ idő.

2π " " " : $\frac{k \cdot i}{f_1}$ idő ($= \frac{1}{f_2}$)

Igy az állás feltétele: $f_2 = \frac{f_1}{k \cdot i}$

A mi esetünkben $k = 8$, $f_1 = 50 \frac{1}{s}$, $i = 4$ volt, ennek megfelelően a fordulatszám $93,75 \text{ min}^{-1}$. Ez éppen az általam beállitható fordulatszám-értékek közé esik.

- - - - -

A jegyzőkönyvrészlet nemcsak azt mutatja, hogy hogyan tudta a tanuló saját kísérletének elektromos analogonját felismerni, hanem azt is, hogy a programtól eltérően, önállóan kidolgozta a "szinkronfeltétel" megfelelőjét. Az ilyenfajta önállóságnál értékesebbet csupán egy esetben tapasztaltunk, azt is éppen ennél a tanulónál. Egyedül ő volt képes arra, hogy a legegyszerűbb problémát is ki tudja "bontani", azaz ha még csak elemeiben is, de rendelkezik bizonyos "fizikus fantáziával". És ezt joggal állithatjuk

szembe azzal a divatos betegséggel, hogy csak a legujabb, legbonyolultabb kérdések iránt érdeklődnek bizonyos, viszonylag tehetséges tanulók. A bonyolult problémákat ugyanis csak felszínesen, az ismeretterjesztés fokán tudják felfogni és ez kevésbé aktivizálja a gondolkodásukat. A leendő kutatók szempontjából hasznosabb, ha valaki az apró, egyszerű problémákat is szívesen fogadja és képes azt gazdagítani.

Külön szeretnénk szólni a rezonanciakisérletekről. A fent említett tanuló idézett rezonanciakisérletén kívül még háromféle mechanikai rezonanciakisérletet végzett (Pohl-féle készülékkel; lassan járó motorral gerjesztett, rugóra felfüggesztett test segítségével; csatolt ingákkal.) Ezekhez csatlakoztak a hangtani rezonanciakisérletek és az elektromos rezgőkörök rezonanciavizsgálatai. Ez utóbbi ismét a "felfedezés" nagy örömét jelentette a tanulóknak, amikor megkíséreltek rezonanciagörbét felvenni az iskolai rádiópad nagyfrekvenciás oszcillátora és hullámmérője segítségével. A normál voltmérő, amit alkalmazni próbáltak, természetesen alkalmatlan volt ilyen nagyfrekvencia esetén feszültségmérésre. (A mutató már a tanuló kezének közeledése hatására is elmozdult.)

Hasznos analógia volt az ingaóra-modell mechanikai visszacsatolása és a Meissner-féle visszacsatolás, ami szintén egészen távolésik egymástól a tanulók iskolai tanulmányaiban.

Önálló munkafeladat volt minden tanuló számára az oszcilloszkóp (Orion 1535/B) működésének vizsgálata. Ehhez jól illeszthettük az egyik tanuló esetében¹ a hangtani vizsgálatokat és valamennyi hangjellemző oszcilloszkóppal való kimutatását, másik tanuló esetében² a fűrészrezgések, négyszög-rezgések előállítását és kimutatását stb.

S végül megemlítjük a hullámhosszuság méréseket, amelyeket hang-, fény- és rádióhullámok esetén tudtak elvégezni a tanulók.

Véleményünk szerint ennek az analóg jelenségcsoportnak a vizsgálata során sikerült: a) növelni a tanulók áttekinthetőségét a tananyag jelentős része fölött, b) eljuttatni őket a következő általános rezgésdefinícióhoz "egy rezgés, időben periódikus változása egy (tetszőszerű) fizikai mennyiségnek", c) áttekinthetőbbé tenni a mechanikai- és elektromágneses hullámok rendszerét azáltal is demonstrálva a természet egységét.

Természetesen a szakkörön feldolgozásra került anyagnak csak egy részét mutathattuk be, valamennyi felsorolása igen hosszadalmas lenne.

19.§. A tanulók kutató jellegű foglalkoztatásának tapasztalatai

Az alábbiakban összegezzük központi, kutató-jellegű

¹Bérczi Alajos; ²Bérczi Szaniszló

kísérletező foglalkozást biztosító szakkörünk tapasztalatait.

1. Igen hasznos a tanulók szakmai fejlődése, továbbtanulásra való előkészítése, sőt erre való kiválasztása szempontjából városi (esetleg megyei szervezésben) kísérletező szakkört létrehozni. Egy vezető esetén legfeljebb 10 fős csoportot célszerű szervezni. A munka megszervezése, előkészítése, figyelemmel kísérése és összefoglaltatása (dolgozat, pályázat, előadás formájában) rendkívül fárasztó. Megkivánja és ezáltal biztosítja a szakkörvezető állandó szakmai fejlődését.

2. A bemutatott példák és a tapasztalatok igazolni látszanak, hogy lehetséges a tanulókat a felelősségteljes, gondos kísérletezés elemeire megtanítani. Igen nehéz, de megvalósítható a tanulók érdeklődésének, tudásának és a lehetőségeknek megfelelő témákat megválasztani. Lehetséges felszámolni az időnként még a tehetséges tanulóknál is jelentkező manualitás hiányát, esetleges matematikai hiányosságokat, a munka írásba foglalásától való visszahuzódást stb. Jól ki lehet használni a különböző munkákon dolgozók közötti gondolatcsere lehetőségét, biztosítani lehet az egyéni munkát.

3. A szakkörvezetésnek az a módszere, hogy előre elkészített munkaprogramokat adunk a tanulóknak vezérfonalul, sok munkát jelent a vezető számára, azonban menet közben

felszabadítja erőit, és lehetőséget ad arra, hogy figyelemmel kísérve a program segítségével elért eredményeket, egyre tökéletesebb, jobb programokat készítsen a szakkörvezető. Jól használható a tanulók számára is, biztos irányt ad és az igazán jóknak lehetőséget ad a programtól való "elrugaszkodás" által a fokozott önállóságra. Nem helyes azonban túl hosszú programot készíteni (pl. egész tanévre kiterjedőt), mert főleg a II. osztályosok belefáradnak, nem tudják áttekinteni és elkedvetlenednek.

4. Jól ki lehet használni az "anyaintézet" adta lehetőségeket: kutató fizikusok vendégszereplése által, kutató laboratóriumok meglátogatásán keresztül olyan kísérletek, tanári demonstrációk megtekintése által, amelyekhez egyébként nem lehetne hozzájutni.

5. A kísérletek szerint lehetséges középiskolai tanulókból kutatójellegű csoportot szervezni. A feldolgozásra kerülő részletkérdések párhuzamos futtatása, a tervezés során nagy gondosságot igényel, munka közben pedig e részletkérdések kidolgozásához maximális önállóság biztosítását kívánja; esetenként az erők megfelelő átcsoportosítását igényli. A kutatójellegű csoportmunka legfőbb gátját abban látjuk, hogy a munka eredményeinek leírása, megfogalmazása igen nagy nehézséget jelent a tanulók számára. A magyar nyelv és irodalom megfelelő mélységű ismerete nélkül ezt nem lehet megvalósítani. Gyakran előfordul, hogy a fenti

jellegű szakköri munkára legalkalmasabb tanulók a természettudományos tárgyak művelését annyire előtérbe helyezik, hogy ezáltal a többi tárgy, így a rendkívül fontos anyanyelv tanulása háttérbe szorul. Nagy sullyal esik latba a matematikai és fizikai ismeretek közötti kapcsolatok helyes felismerése, hiszen a természet fizikai oldala, a matematika nyelvén "beszél".

6. Mint minden munkának, a központi szakkörvezetés munkájának nehézségei mellett megvannak az örömei is. Egy-egy sikeres pályamunka, jó szereplés az egyetemi felvételi vizsgán, s nem utolsósorban a teljesen önkéntes szorgalmas munka.

Összefoglalás

A fizika szakkörök problémakörét áttekintve, munkáinkat az alábbiakban összegezhetjük.

1. Történeti áttekintést adtunk a középiskolai fizika szakkörök keletkezéséről és multjáról 1966-ig. Nézőpontunk középpontjába a társadalomnak szakkörökkel szemben támasztott igényét állítottuk és ebből a szempontból elemeztük a szakkörök célkitűzésének-, feladatrendszerének- és módszerének fejlődését. E munkánk során feltárult, hogy a szakkörök hogyan szolgálták a tanulók önálló gondolkodásra való tervszerű nevelését és kutató-kísérletező foglalkoztatását.

2. Igyekeztünk tájékozódni a jelenlegi szakköri gyakorlatra vonatkozóan, személyes tapasztalatcsere és a lehetőségekhez mért országos felmérés útján. Megállapítottuk, hogy az iskolák zömében folyó szakköri munka főleg feladatok megoldó jellegű, továbbá azt, hogy a tanulók kutató-kísérletező foglalkoztatása igen kismértékű, aminek okát fő vonásaiban szintén kiderítettük.

3. Megkíséreltük a fizikai feladatmegoldás elvi alapjait felvázolni abból a célból, hogy utat mutassunk a szakmai és általános gondolkodóképesség fejlesztésére alkalmas feladatmegoldás kibontakoztatására.

4. Az általános iskolai VI. és VII. osztályos tanárkönyvek hőtani feladatai jelentős részének a gondolkodási műveletek egymásutánját megjelölő megoldásával megvizsgáltuk, hogy milyen gondolkodási műveleteket milyen mértékben gyakoroltat a tankönyv, továbbá azt, hogy mi módon tükröződik ez a tanulók munkájában.

5. Megkíséreltük a kutató-kísérletező szakkör legfontosabb szakmai elveinek középiskolások számára megfelelő mélységű felvázolását és kísérletileg megvizsgáltuk, hogy a tanulók képesek-e az ezeknek az elveknek az alapján készített programokat megvalósítani.

6. Szerveztünk egy Központi Kísérleti Fizikai Szakkört a szegedi gimnáziumok tanulóinak legjobbjaiából a tanulók kutató-kísérletező foglalkoztatására. Megkerestük a tanulók lehető legönállóbb, legaktívabb foglalkoztatásának egyik lehetséges útját. Megállapításaink jelentős részét ennek a szakkörnek a kétéves munkájára alapoztuk.

7. A központi szakkör vezetése során kétféle kísérletet végeztünk: a) Munkaprogramokat készítettünk féléves, ill. egyéves időtartamra kisebb egységekből álló munkacsoportok számára. Állandóan figyelemmel kísértük a tanulók munkájának előrehaladását a programok alapján és a munka befejeztével értékeltük a program helyességét, ill. a tanulók munkáját. b) Megvizsgáltunk különböző szervezési megoldásokat, mint pl. egy tanuló egy témát mélyit el; egy tanuló egy

kérdést többféle módszerrel vizsgál, két-két főnyi csoport végez részben kontroll, részben egymást kiegészítő munkát; több csoport dolgozik analóg problémakörben, mellérendelt megosztásban.

8. Megemlítjük, hogy a szakkör alapító tagjai közül egy tanuló első helyezést ért el országos pályázaton a szakkörben kidolgozott munkájával, öten felvételt nyertek a fizikus szakra, egy tanuló pedig matematika-fizika tanári szakra.

9. Nem mulaszthatjuk el megjegyezni, hogy a társadalom mindig előbbjárt a szakköri munkával szembeni követelmények terén, mint a számottevő segítség nyújtásában. A kellő felszerelések hiánya, az éveken keresztül tartó minimális díjazás feltétlenül oka az elmélet és az annak megvalósítása között tátongó űrnek. Az utóbbi évek hoztak ezen a téren némi változást, de ha be is látjuk, hogy a fontossági sorrend ezt korábban lehetetlenné tette, ezekkel a szerény változtatásokkal még nem elégedhetünk meg.

10. Az iskolai oktatás forradalmi megújulása folyamatban van és ez a tanítási órák új tennivalói mellett, kétséget kizáróan körülhatárolja a szakköri munka új vonalú megoldását is. Szerény véleményünk szerint, ma már nem válalkozhat egy-egy gimnázium kiválasztott szakkörvezető tanára a kialakult sokoldalú követelmény-rendszer megvalósítására. A helyes eljárás egy-egy városban nyitottá tenni a

szakköri foglalkozásokat, ami lehetővé teszi, hogy abban az iskolában alakítsanak versenyre, ill. egyetemi felvételi vizsgára előkészítő feladatmegoldó szakkört, gyakorlati, eszközkészítő, barkácsoló munkával foglalkozó szakkört, kutatójellegű, kísérletezéssel foglalkozó szakkört, csillagászati, elektrotechnikai, kibernetikai alapkérdésekkel foglalkozó, stb. típusu szakkört, ahol ehhez leginkább biztosítva vannak a személyi és anyagi feltételek. Egységes szakköri nap kijelölése csak megállapodás kérdése, és a tanulók ily módon történő "átcsoportosítása" is egységes, versenyszellemet kibontakoztató lehet, és lényegében mindez az egységes KISZ szervezeten belül megoldható. Azoknak a szaktanároknak pedig, akik alkalmasak erre a munkára és örömmel vállalják is, lényegesen több segítséget kell az eddiginél nyújtani. Így az új minőségi követelményeket is sokkal szerencsésebben ki lehetne elégíteni.

Munkánkat szeretnénk továbbfolytatni az önálló munkára, gondolkodásra nevelés jegyében, vizsgálva a fizikai feladatmegoldás gondolkodási műveletekkel való kapcsolatát, most már középiskolai vonatkozásban és tökéletesítve az általunk vezetett Központi Kísérleti Fizika Szakkör tagjai számára készített munkaprogramokat, belevonva ebbe a munkába egy-egy rátermett hallgatót is. Ilyen módon is kapcsolatot teremtvé egyetemi oktatói munkánkkal.

Köszönetnyilvánítás

Ez az értekezés a József Attila Tudományegyetem Kísérleti Fizikai Tanszékén készült. A szerző ezen a helyen is őszinte köszönetet mond dr. Budó Ágoston akadémikus, egyetemi tanárnak, a tanszék vezetőjének azért a megértő támogatásért, amellyel az értekezés megírását lehetővé tette.

Köszönetét fejezi ki dr. Ágoston György kandidátus, egyetemi tanárnak, a Neveléstudományi és Lélektani Tanszék vezetőjének értékes tanácsaiért, amelyeket az értekezés anyagának és szövegének összeállítása során adott.

Köszönet illeti dr. Makai Lajos kandidátus, adjunktust a fizika-szaktudományi kutatórészleg vezetőjét sokoldalú szakmai módszertani útmutatásáért, a munka során tanúsított állandó érdeklődéséért, valamint az értekezés kéziratának átnézésekor adott hasznos tanácsaiért.

Irodalomjegyzék

- /1/ A Köznevelési Minisztérium iskolaügyi főosztályán készült: Utmutató a fizikai és technikai szakkörök számára, 1952.
- /2/ A művelődésügyi miniszter 123/1964.(M.K. 11) MM számú utasítása által érvénybe léptetett: Rendtartás.
- /3/ Az Országos Pedagógiai Intézet Fizikai Tanszékének összeállítása; 168. sz. Tanszerismertető. Demonstrációs iskolai rádiópad, Budapest, 1964.
- /4/ Ágoston Gy.: Az új gimnáziumi tanterv. Köznevelés 1963. évf. 2. szám, 45-47. old.
- /5/ Budó Á.: Kisérleti fizika I., Tankönyvkiadó, Budapest, 1968.
- /6/ Budó Á.: Kisérleti fizika II. Egységes jegyzet. Tankönyvkiadó, Budapest, 1967.
- /7/ Budó Á. és Szalai L.: Fizikai Laboratóriumi gyakorlatok, Tankönyvkiadó, Budapest, 1964.
- /8/ Buzás L.: A csoportmunka időszerű kérdései. Pedagógiai Közlemények 1., Tankönyvkiadó, Budapest, 1966.
- /9/ Csada I.: Fizikai gyakorlatok (Segédkönyv a Tanító és Tanítónőképző Intézetek számára, utmutatás fizikai eszközök készítésére.) A szerző kiadása. Cinkota, 1933.
- /10/ Csekő Á.: Fizikai szakkörök vezetése. Tankönyvkiadó, Budapest, 1962.

- /11/ Friedrich, A.: Handbuch der experimentellen Schulphysik
3. Aulis Verlag Deubner CO KG. Köln, 1962.
- /12/ Friedrich, A.: Handbuch der experimentellen Schulphysik
5. Aulis Verlag Deubner CO KG. Köln, 1962.
- /13/ Gamov, G.: A fizika története. Gondolatkiadó, Budapest,
1965.
- /14/ Gorjacskin: A fizikatanítás módszertana I., II. kötet.
Közüktatásügyi Kiadóvállalat, Budapest, 1951.
- /15/ Kovács M.: Rövid időközök mérése. Középiskolai Matematikai
Lapok Fizikai Rovata 1962/3., 132-135. old.
- /16/ Kovács Z. és Zátönyi S.: Fizika az általános iskolák
hatodik osztálya számára. Tankönyvkiadó, Budapest, 1965.
- /17/ Kovács Z. és Zátönyi S.: Fizika az általános iskolák he-
tedik osztálya számára. Tankönyvkiadó, Budapest, 1965.
- /18/ Középiskolai Matematikai Lapok Fizikai Rovata 34. kötet
5. szám, 239. old.
- /19/ Középiskolai Matematikai Lapok Fizikai Rovata 35. kötet
3-4. szám, 183. old.
- /20/ Központi Pedagógus Továbbképző Intézet: Kisérletek a szét-
szedhető iskolai transzformátorral és katódsugárosszil-
loszkóppal. Felsőöktatási Jegyzetellátó Vállalat, Buda-
pest, 1959.
- /21/ Lerner, I. Ja., M.N. Szkatkin: Az öktatás módszerei
(O. Sz. Sz. Sz. K. Neveléstudományi Akadémia Továbbké-
pző Intézete) Szovetszkaja Pedagogika, 1965 No 3. 115-128. p.

- /22/ Lénárd F.: A probléma-megoldó gondolkodás. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1964.
- /23/ Makai L.: Gimnáziumi fizikatanításunk multjának és jelenlegi korszerűsítési folyamatának vizsgálata. Kandidátusi értekezés. Szeged, 1966.
- /24/ Makai L.: A fizika szakkörökről. O.P.I. A fizikatanítás néhány módszertani kérdése II. rész, 115-141. old. Kézirat, Budapest, 1965.
- /25/ Makai L.: A fizika tanítása. Tankönyvkiadó, Budapest, 1959.
- /26/ Makai L.: Munkafüzet az előadási kísérletezési gyakorlatokhoz, Kézirat, Budapest, 1961.
- /27/ Makai L. és Bayer I.: A fizika tanítása (Egységes szakdidaktikai jegyzet fizikaszakos tanárjelöltek részére) 2. rész. Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat, Budapest, 1959.
- /28/ Manthei, W.: A rezgés és hullámtan tartalmi és módszertani átalakítása. (Die inhaltlich - methodische Umgestaltung der Schwingungs und Wellenlehre) Physik in der Schule 1966. évf. 7-8. szám, 317-325., 327. old.
- /29/ Matzkó Gy.: Kísérleteztető fizikatanítás. Délmagyarországi Hírlap és Nyomdavállalat R.T. nyomása, Szeged, 1933.
- /30/ Nagy S.: Didaktika, Tankönyvkiadó, Budapest, 1967.
- /31/ O.P.I. Tantárgytörténeti tanulmányok II. Fizika, Tankönyvkiadó, Budapest, 1963.

- /32/ Párkányi L.: A szabadesés gyorsulásának meghatározása ut és idő sokszorozással. A természettudományok tanítása 1960. évf. 6. szám.
- /33/ Pólya Gy.: A gondolkodás iskolája, Bibliotheca, Budapest, 1957.
- /34/ Pólya Gy.: A problémamegoldás iskolája I. Tankönyvkiadó, Budapest, 1967.
- /35/ Rényi A.: Valószínűségszámítás. Tankönyvkiadó, Budapest, 1954.
- /36/ Tóth L. és Török S.: A nehézségi gyorsulás meghatározása rugós mérleggel szakköri foglalkozásokon. Fizikai Szemle, 1961. évf. 7. szám, 223-224. old.
- /37/ Valkusz P.: Betekintés az általános iskolai fizikatanítás eredményeibe és korszerűsítési törekvéseibe. Doktori értekezés, Szeged, 1968.
- /38/ Vermes M.: Fizikai kísérletek, fizikai táblázatok. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1961.
- /39/ Vermes M.: Tanári segédkönyv a 2073. sz. "Fizika az általános gimnáziumok IV. osztálya számára c. tankönyvhöz. Tankönyvkiadó, Budapest, 1959.
- /40/ Vermes M.: Mikola Sándor, Fizikai Szemle, 1961. évf. 11. szám, 247. old.
- /41/ Vincze K.: Fizika szakkörök számára. Általános iskolai szakköri füzetek. Tankönyvkiadó, Budapest, 1951.
- /42/ Vincze K. és Szabó J.né: Utmutató az általános iskolai fizikai szakkörök számára, 1952.

/43/ Vize L.né: A fizikai feladatmegoldás néhány kérdése.

A fizikatanítás néhány módszertani kérdése, II. rész,
O.P.I., 1965.

/44/ Vize L.né: Demonstrációs kísérlet a fény elektromág-
neses természetének igazolására. Fizika tanítása 1967.
évf. 4. szám, 126-127. old.

1.számú. melléklet: Irodalom szakkörvezetőknek

a./ Utmutatók és K.P.T.I. kiadványok szakkörvezetéshez:

Lakatos J.: Utmutató a középiskolás elektrotechnika szak-
köre számára. 1950.

V.K.M. Középiskolai Főosztály: Utmutató a középiskolai
híradástechnikai szakkörök számára 1950.

Csekő Á.: Utmutató a középiskolák fizikai szakkörrei szá-
mára. 1951.

Csekő Á. - Kiss - Lakatos - Vermes: Utmutató a fizikai és
technikai szakkörök számára. 1952.

Vincze K. - Szabó J.né: Utmutató az általános iskolai fi-
zikai szakkörök számára. Budapest, Tankönyv-
kiadó, 1952.

Kovács M.: Kísérletek a szétszedhető iskolai transzfor-
mátorral és a katódsugárosszcilbsszóppal. Fel-
sőbboktatási Jegyzetellátó Vállalat, Budapest,
1959.

Hegyi L.: Középfokú Rádiótechnikai Tanfolyam. Felsőok-
tatási Jegyzetellátó Vállalat, Budapest, 1961.

Kovács M.: Gyakorlati bevezetés a kibernetikába. Felső-
oktatási Jegyzetellátó Vállalat, Budapest,
1961.

Csekő Á.: Fizikai szakkörök vezetése. Budapest, Tankönyv-
kiadó 1962.

Csekő Á.: Tématervek fizikai szakköröknek I. rész, Tan-
könyvkiadó, Budapest 1963.

Varga L.: Kisérletek félvezetőkkel. Tankönyvkiadó, Budapest 1966.

Varga L.: Tranzisztorok Tankönyvkiadó, Budapest 1967.

b./ Középiskolai Szakköri Füzetek /Tankönyvkiadó, Budapest/

Dallos - Takács : Az elektroncső, 1950.

Vermes M.: Elektrokémia, 1952.

Kunfalvi R.: Fototechnika I - V. 1950-53.

Bárány N.: A színszórás és a prizma, 1952.

Gobbi I. - Tisza S. : Bevezetés a rádiótechnikába II. 1952.

Szalkay F.: A távcső és a mikroszkóp, 1952.

Blahó M. - Róna J.: A repülés áramlástani alapjai, 1952.

Tarján I.: Fényelektromos jelenségek I, 1952.

Istvánffy E.: Radar 1952.

Bodócs I.: Ködfénylámpa - kísérletek és gyakorlati alkalmazások, 1953.

Császár Á.né: Differenciál és integrálszámítás, 1953.

W.Kovács M.: Mérések az elektromosság köréből, 1954.

c./ Versenyfeladat-gyűjtemények

Cserna - Csukay - Szücs: Fizikai versenyfeladatok I-II.

Fizikai versenyfeladatok gyűjteménye. Országos középiskolás fizikai feladatmegoldó versenyek, 1954 - 1960-ig, 1961.

Vermes M.: Fizikai versenyfeladatok I, 1966.

Károly Irén emlékverseny feladatai, 1916-1943.

Vermes M.: Fizikai versenyfeladatok II, 1966.

Eötvös verseny feladatai, 1949 - 1958-ig.

d / Általánosiskolai Szakköri Füzetek

Petri S.: Famunkák I - II, Tankönyvkiadó, Budapest,
1950 - 1953.

Vincze K.: Fizikai szakkörök számára, Tankönyvkiadó,
Budapest, 1951.

Csoma G. - Szücs P.: Fémmunkák Tankönyvkiadó, Budapest,
1953.

Soóky S.: Számításos fizikai feladatok, Tankönyvkiadó,
Budapest, 1953.

Veperdi O. - Gócz L. - Pásztor M. : Elektromosság és rádió,
Tankönyvkiadó, Budapest, 1952.

2.számú melléklet: A szakkörökkel kapcsolatos felmérésben
résztevő iskolák felsorolása

1. Baranya megye: Pécs, Ujmecsekaljai Gimnázium
2. Janus Pannónius - " -
3. Nagy Lajos - " -
4. Leőwey Klára - " -
5. Széchenyi István - " -
6. Komló, Kun Béla - " -
7. Gimnázium és Szakközépiskola
8. Szigetvár, Zrinyi Miklós Gimnázium
9. Dombóvár, Gögös Ignác - " -
10. Bács-Kiskun m. Baja, Tóth Kálmán Gimnázium és Viz-
ügyi Szakközépiskola
11. Lajosmizse, Általános iskola és Gimnázium
12. Kiskunfélegyháza, Móra Ferenc Gimnázium
13. Békés megye: Battonya, Mikes Kelemen Gimnázium és Mező-
gazdasági Szakközépiskola
14. Orosháza, Táncsics Mihály Gimnázium és
Szakközépiskola
15. Mezőkovácsháza, Hunyadi János Gimnázium
16. Békés, Szegedi Kis István Gimnázium
17. Békéscsaba, Rózsa Ferenc Gimnázium
18. Gyula, Erkel Ferenc - " -
19. Szarvas, Vajda Péter - " -
20. Vésztő, Gimnázium

21. Borsod-Abauj-Zemplén m. Ózd, József Attila Gimnázium
és Ipari Szakközépiskola
22. Miskolc, Irinyi János Gimnázium
23. Kilián György - " -
24. Csongrád megye Makó, József Attila Gimnázium
és Mezőgazdasági Szakkö-
zépiskola
25. Csongrád, Batsányi János Gimnázium
26. Mindszent, Központi Általános Iskola
és Gimnázium
27. Kistelek, Gimnázium és Mezőgazdasá-
gi Szakközépiskola
28. Szeged, Rózsa Ferenc Gimnázium
29. Ságvári Gyakorló - " -
30. Fejér megye Ercsi, Eötvös József Általános
Iskola és Gimnázium
31. Bicske, Vajda János Gimnázium
32. Dunaujváros, Gimnázium és Szakközépis-
kola
33. Sárbogárd, Gimnázium
34. Győr-Sopron megye Sopron, Széchenyi István Gimnázium
35. Győr, Révai Miklós Gimnázium
36. Czuczor Gergely - " -
37. Mayer Lajos - " -
38. Hajdu-Bihar megye Debrecen, Mechwart András Gépipari
Technikum
39. Kossuth Lajos Tudomány-
egyetem Gyakorló Gimnázium

40. Tóth Árpád Gimnázium
41. Svetits Katalin Gimnázium
42. Hajduböszörmény, Bocskai István Gimnázium és Szakközépiskola
43. Berettyóújfalú, Arany János Gimnázium
44. Derecske, Gimnázium
45. Püspökladány, Karacs Ferenc Gimnázium
46. Heves megye Eger, Gárdonyi Géza - " -
47. Dobó István - " -
48. Szilágyi Erzsébet Gimn.
49. Gyöngyös, Vak Bottyán Gimnázium
50. Hatvan, Bajza József - " -
51. Komárom megye Tata, Eötvös József - " -
52. Nógrád megye Salgótarján, Madách Imre Gimnázium és Szakközépiskola
53. Balassagyarmat, Szántó Kovács János Gimn.
54. Balassi Bálint Gimnázium
55. Bercel, 1.sz. Gimnázium
56. Pest megye Vác, Sztáron Sándor Gimnázium
57. Budapest, Kaffka Margit - " -
58. Gödöllő, Török Ignác - " -
59. Nagykőrös, Arany János Gimnázium
60. Somogy megye Kaposvár, Munkácsy Mihály - " -
61. Tancsics Mihály - " -
62. Fonyód, Gimnázium
63. Csurgó, Csokonai Vitéz Mihály Gimn.
64. Szabolcs megye Nyírbátor, Báthory István Gimnázium
65. Mátészalka, Esze Tamás Gimnázium

66. Ibrány, Általános Gimnázium
67. Szolnok megye Szolnok, Varga Katalin Általános
Gimnázium
68. Kunhegyes, Gimnázium
69. Kunszentmárton, József Attila Gimnázium
70. Törökszentmiklós, Bercsényi Miklós Általá-
nos Gimnázium
71. Jászapáti, Mészáros Lőrinc Gimnázium
72. Tolna megye Nagydorog, Általános Iskola és Gimná-
zium
73. Bonyhád, Petőfi Sándor Gimnázium
74. Dunaföldvár, Magyar László Gimnázium
75. Bátaszék, Általános Iskola és Gimná-
zium
76. Vas megye Szombathely, Kanizsai Dorottya Gimnázium
77. Nagy Lajos Gimnázium
78. Entzbruder Gimnázium
79. Kőrmend, Kölcsey Ferenc Gimnázium és
Mezőgazdasági Szakközépisk.
80. Sárvár, Tinodi Lantos Gimnázium
81. Óriszentpéter, Általános Iskola és Gimnázium.
um.
82. Répcelak, Általános Iskola és Gimnázium.
um.
83. Veszprém megye Veszprém, Lovassy László Gimnázium
84. Tapolca, Bacsányi János Gimnázium

85. Pápa, Petőfi Sándor Gimnázium
86. Zala megye, Nagykanizsa, Landler Jenő Állami Általános Gimnázium
87. 2.sz. Gimnázium
88. Zalaegerszeg, Zrínyi Miklós Gimnázium

3.számú melléklet: Az 1964-es, feladatmegoldással kapcsolatos felmérésünk részletes adatai.

Iskola	Lét- szám	Az önállóan megoldott feladatok száma %-ban										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Ságvári G. II.humán	31	-	-	4	6	4	5	1	4	1	2	4
Ságvári G. II.reál	25	-	-	-	-	1	3	1	5	5	3	7
Madách G. II.humán	32	-	6	11	6	2	3	2	1	-	1	-
Ságvári G. III.reál	27	-	1	5	5	-	6	2	5	2	-	1
Madách G. III.b.reál	38	-	4	5	6	4	1	5	4	6	1	2
Madách G. III.c.reál	36	-	2	8	5	5	6	2	-	3	3	2
Ságvári G. IV.humán	33	-	3	3	-	1	6	7	5	6	2	-
Ságvári G. IV.reál	26	-	3	2	2	1	4	2	6	3	3	-
Madách G. IV.b.reál	12	-	-	1	-	-	3	-	2	2	3	1
Madách G. IV.a.reál	26	-	-	1	4	7	4	5	1	-	1	3
Összesen:286		-	19	40	34	25	41	27	33	28	19	20
Csoportosítva		19		74		66		60		47		20
%-ban 100%		6,6 U		25,8		23,0		20,9		16,4		6,9

A felmérésben résztvett tanulók fizika érdemjegyei

Iskola	Osztály	Létszám	O s z t á l y z a t o k				
			5	4	3	2	1
Ságvári	II.humán	34	15	10	5	4	0
Ságvári	II.reál	32	7	10	11	4	0
Madách	II.humán	32	0	4	10	17	1
Ságvári	III.reál	30	6	13	7	4	0
Madách	III.b.reál	38	1	4	6	19	8
Madách	III.c.reál	36	1	4	3	28	0
Ságvári	IV.humán	35	7	13	10	5	0
Ságvári	IV.reál	30	13	11	6	0	0
Madách	IV.b.reál	23	1	6	6	10	0
Madách	IV.a.reál	30	1	2	4	21	2
Összesen:		320	52	77	68	112	11
% -ban		100 %	16 %	24 %	21 %	35 %	4 %

3/2. táblázat

Az osztályzatok átlaga: 3,14

4.sz. melléklet: Valkusz Pál 1967-ben végzett felmérésé-
nek adatai

A tanulók által elért pontszámok iskolánként

Iskolák sorszama	Maximálisan elér- hető pontszám 100 %	Elért pontszám	Elért pont- szám %-ban
1.	476	299	63
2.	306	188	46
3.	518	303	58
4.	462	321	69
5.	532	256	48
6.	280	58	20
7.	322	146	45
8.	238	13	5
9.	574	105	18
10.	1078	255	23
11.	590	129	21
12.	476	232	48
13.	560	166	29
14.	504	169	33
15.	630	101	16
16.	560	189	33
17.	126	54	42
18.	238	110	46
19.	434	145	33
20.	448	204	45
21.	168	61	36
22.	406	180	44
23.	560	149	26
24.	434	163	37
25.	462	119	25
26.	266	78	29
27.	280	72	25
28.	364	81	22
29.	98	11	11
30.	1092	474	43
31.	1304	347	27
32.	418	55	13
33.	364	107	29
34.	112	43	38
35.	434	110	25

4/1. táblázat

A százaléokban elért pontszámok csoportosítva:

	0 - 20 %	21 - 40 %	41 - 60 %	61-80%	81-100%
A tanulók száma	157	591	326	67	0
- " - %-ban	14 %	51 %	29 %	6 %	0 %

A felmérésben résztvevett tanulók félévi fizikai érdemjegyei
az 1966/67. tanévben

Iskolák /VIII.o./	Létszám	5	4	3	2	1
1. Szeged, Főisk. II. gyak.	34	11	12	9	2	0
2. Madách Ált. Isk.	29	14	5	6	4	0
3. Guttenberg "	37	12	8	12	5	0
4. Béke u. "-"	33	16	7	8	2	0
5. Endrőd Ált. Isk.	38	11	15	5	7	0
6. Kardoskut "	20	5	4	9	2	0
7. Szarvas /Szlovák/ "	23	3	10	5	5	0
8. Medgyesbodzás "	17	1	3	5	7	1
9. Orosháza József A. "	41	7	11	12	11	0
10. Kondoros "	77	11	16	12	29	9
11. Békéscsaba I. "	35	6	9	12	8	0
12. Békéscsaba II. "	34	12	11	5	5	1
13. Tótkomlós "	40	9	6	13	8	4
14. Orosháza Szentetornya	36	5	12	14	5	0
15. Orosháza II. Ált. Isk.	45	4	11	13	17	0
16. Szarvas II. "	40	5	10	13	10	2
17. Tótkomlós Kültelki	9	1	2	4	2	0
18. Endrőd II. Ált. Isk.	17	2	9	4	2	0
19. Elek "	31	4	5	6	15	1
20. Kevermes "	32	6	5	14	7	0
21. Elek /Román/ "	12	0	1	1	9	1
22. Nagybánhegyes "	29	3	7	8	11	0
23. Kiskundorozsma "	40	12	6	9	12	1
24. Csongrád Kossuth "	31	6	5	10	9	1
25. Csongrád Sip u "	33	8	8	7	9	1
26. Szentes "	19	3	8	8	0	0
27. Fábiansebestyén "	20	1	8	6	5	0
28. Derekegyháza "	26	1	4	7	14	0
29. Szegvár "	7	1	5	1	0	0
30. Makó "	78	15	21	22	18	2
31. Hódmezővásárhely "	86	14	22	20	27	3
32. Bördány "	27	6	7	5	9	0
33. Ásotthalom "	26	8	2	8	8	0
34. Ásotthalom II. "	8	0	3	3	2	0
35. Kistelek "	31	14	8	3	6	0
Összesen:	1141	237	286	299	292	27
%-ban:	100 %	20,8	25,1	26,2	25,6	2,3

4/2. táblázat

Az osztályzatok átlaga: 3,36

5.számú melléklet: A gondolkodási műveletek szempontjából
feldolgozott fizikai kérdések és feladatok.

VI. osztályos feladatok:

1. Mondj példákat hőfelvételre, hőleadásra!
2. A villamostávvezetékek a tartóoszlopok között nyáron lazábban lógnak, mint télen. Mi a magyarázata?
3. A folyadékok térfogatváltozását vizsgáló kísérletekben megfigyelhetjük, hogy a csőben lévő folyadék felszíne a melegítés kezdetekor néhány pillanatra lesüllyed és csak azután emelkedik. Mi a magyarázata ennek a jelenségnek?
4. Hevítéskor a testek térfogata nő. Változik-e ezzel a fajsúly?
5. Miért kell a lázmérőt kb. 10 percig a hónunk alá szorítani?
6. A lázmérő $37,6^{\circ}\text{C}$ -on áll. Mit mutatna ez a lázmérő akkor, ha lezázás nélkül olyan beteg mérné vele a hőmérsékletét, akinek $37,3^{\circ}\text{C}$; $38,2^{\circ}\text{C}$ a hőmérséklete?
7. Miért hagynak hézagot a betonutak készítésekor az egyes részek között.
8. Milyen halmazállapot-változás történik akkor, amikor
a/ vizes ruhát vasalunk,
b/ az ereszen jégcsap keletkezik?
9. Verhojanszk város mellett -78°C hőmérsékletet mértek. Használhattak-e higanyos hőmérőt ehhez a méréshez?

10. Az ón megolvad a gyertyaláng felett, a vas nem. Mit tudsz ennek alapján mondani a gyertyaláng hőmérsékletéről?
11. Lehet-e vaskanálban ólmot olvasztani?
12. Milyen halmazállapotú a -100°C hőmérsékletű alkohol?
13. Az 1 cm^3 térfogatú, 4°C hőmérsékletű víz tömege 1 gr .
Miért kell a tömeg mértékegységének meghatározásában a hőmérsékletet is megszabni?
14. Használhatnak-e a folyadékos hőmérő készítéséhez vizet?
15. Miért nem kell az őszi mélyszántás után, és miért kell a tavaszi szántás után közvetlenül boronálni?
16. Az öntvények mintaformáit kissé mindig nagyobbra méretezik, mint amilyen méretű öntvényeket akarnak előállítani. Miért?
17. Milyen eszközöket készítenek alumíniumból és ötvözetekből?
18. Miért nedvesebb az erdei út, mint a mezei?
19. Azt mondják, hogy a folyadék párolgáskor "eltűnik".
Ígaz-e?
20. Hogyan képzeled el a tejpor készítését?
21. Megégetnéd-e a kezedet, ha forrásban lévő éterbe tartanád?
22. Miért kell az átázott cipőt, ruhát azonnal szárazra cserélni?
23. Miért felesleges a forrásban levő ételt továbbra is nagy tűzzel melegíteni?
24. Miért csak hidegben látható a lehelet?

25. Miért van ott több csapadék, ahol nagy kiterjedésű erdőségek vannak?
26. Amikor a Nap felkel a reggeli köd rendszerint eloszlik?
27. Milyen irányú szél hozza nálatok leggyakrabban a csapadékot?
28. Mondj példákat hőközta káros és hasznos térfogatváltozásokra?
29. Nevez meg olyan használati tárgyakat, amelyek öntéssel készültek!
30. Nevez meg néhány ötvözetet!
31. Literben, vagy kilogrammban helyesebb-e vásárolni a folyadékot?

VII. osztályos feladatok:

31. Állapítsd meg a táblázat alapján, hogy az 1 kg világító gáz elégeésekor keletkező hővel hány kg víz hőmérsékletét lehetne 1°C -al emelni!
33. A vízbe dobott jég a vizet lehüti. Melyik a hőforrás a víz, vagy a jég?
34. Mennyi hő szükséges 200 l 30°C -os fürdőviz elkészítéséhez, ha a víz hőmérséklete a melegítés előtt 10°C ?
35. Mennyi hő fejlődik egy farönk elfűrészelésekor, ha közben 854 mkp munkát végzünk?
36. Mennyi hő szükséges 25 kg 0°C -os jég megolvasztásához?
37. 1 kg 80°C hőmérsékletű vizet öntünk 1 kg 0°C -os vízhez, majd 1 kg 0°C -os jéghez. Az első esetben a 2 kg keverék-

viz hőmérséklete 40°C , a másodikban 0°C -os. Magyarázd meg az eltérés okát!

38. Hányszor több hő szükséges 1 kg vas megolvasztásához, mint 1 kg olom megolvasztásához?
39. Miért teszi a háziasszony az üvegbe rakott forró befőttet tollpárnák közé?
40. Miért kettősek a szobaablakok?
41. A fémbögrében, vagy a porcellán csészében marad-e tovább melegen a tea?
42. Említs meg további példákat hőszigetelésre!
43. Egyenlő falvastagságú fémedényben, vagy üvegedényben lehet-e gyorsabban főzni?
44. Mennyi hő keletkezik 200 g spiritusz elégetésekor?
45. Miért melegednek fel a napsütésben a fémtárgyak gyorsabban, mint a fa, vagy a víz?
46. Hány kcal hőt ad át a környezetének 20 kg réz, miközben 1084°C -ról 84°C -ra hűl le?
47. Miért tud a vitorlázó repülőgép motor nélkül magasra emelkedni? Mi emeli fel?
48. Hová kell tenni a jeget a jégszekrényben; a hűtendő test alá, fölé, vagy mellé?
49. Miért olvad meg a hó a fatövénél előbb, mint távol?
50. Miért van nagy hideg derült téli éjjeleken?
51. Egy dugattyús gőzgéppel végzett munka hőegyenértéke 100000 kcal. E munka elvégzéséhez a kazánban 800000 kcal hőértékű szenet égettek el. Mennyi a gőzgép hatásfoka?

6.sz. melléklet: A nehézségi gyorsulás meghatározása
különféle módszerekkel /Tanulói pályamunka/

1/ Rövid időközök méréséről általában

A gravitációs gyorsulás, g értékének kísérleti úton történő meghatározása, rendszerint hosszúság és idő méréseiből történik. A hosszúság mérése nem okoz különösebb problémát, mert legtöbb esetben önkényesen választhatjuk meg. Az idő mérése viszont nem olyan egyszerű. Mivel legtöbb esetben olyan fizikai jelenséget használunk fel a g meghatározásához, amely igen rövid idő alatt játszódik le - pl. szabadesés, ingallengésideje, rugó rezgésideje, - ezért szükséges, hogy igen kis időközöket is tudjunk mérni.

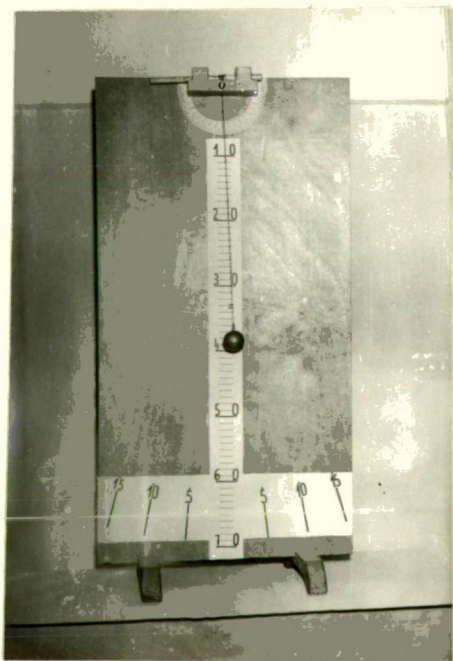
Az időmérés annál fontosabb, minél kisebb részekre tudjuk "darabolni" azt az időt, amely során a kérdéses fizikai jelenség végbemegy. Az idődarabolásnak vannak egyszerűbb és bonyolultabb formái. Az egyszerűbbek közé tartozik a mechanikus stopperóra, amivel kb. 0.1 s pontosságu időmérést érhetünk el. Ennek indítása és megállítása kézzel történik, tehát a hiba elkövetésében jelentős szerepe van az emberi reflexnek. Ezért nem tudjuk egyetlen test szabadesésének idejét mérni néhány cm-es szakaszon mechanikus stopperrel. Ezen segíthetünk pl. úgy, hogy nem egyetlen test esésének idejét mérjük, hanem valamilyen formában megvalósítjuk az ut sokszorozást. Ennek az a lé-

nyege, hogy amikor az egyik test éppen befejezte a szabadesést, abban a pillanatban indul el a következő test: amikor az leért, akkor kezd az utána következő és így tovább. Ennek egyik módja a Párkányi-féle utsokszorozás, ahol golyók esnek egymás után oly módon, hogy amikor az egyik befejezte a szabadesést, akkor egy mechanikus emelőszerkezet egyik karjára esik, a másik kar pedig elmozdul és így szabaddá válik a következő golyó útja. A szabadesés utsokszorozását megvalósíthatjuk a Mariotte-féle palack segítségével is, ahol vízcseppek esnek egymásután. Az utsokszorozás jelentősége az, hogy mechanikus stopperrel 10-20 esés idejét már meg tudjuk mérni és ebből számíthatjuk egyetlen esés idejét. Ha nagyobb pontosságot akarunk elérni, akkor már elektromechanikus stopperre van szükségünk. Ennél már nem kézzel indítjuk az időmérőt, hanem bizonyos fokig automatizáljuk az indítást és a megállítást. Erre legalkalmasabb maga az eső test. Az automatizálást áramkörök és kapcsolók segítségével valósítjuk meg, amikor a szabadesést elkezdi a test, akkor automatikusan bekapcsolódik az időmérő. Az esés végén pedig automatikusan megáll. Az elektromechanikus stopper legfontosabb alkatrésze a váltóárammal működő szinkronmotor, aminek forgása egyenletesnek vehető, mert a hálózati váltóáram frekvenciája eléggé állandó. Az időmérés kezdetekor már a motor egyenletesen forog és a mutatót, amely a motorhoz képest igen kis tehetetlenségű, egy elektromágnes rántja a motorhoz, majd a mérés befejezésekor szintén egy elektromágnes rántja le a motorról.

Igy az indításból és a megállításból származó hibák a minimumra csökkenthetők. Ha a mutató egy másodperc alatt egyszer futja be az óra számlapját, akkor a századmásodpercek pontosan leolvashatók és az ezredmásodpercek is becsülhetők. Még nagyobb pontosság érhető el az elektronikus stopperekkel, ahol ezek rendelkezésre állnak. Egyik fajtájuk hasonlít a mechanikus stopperekre, ugyanis valamilyen elektromos periodikus jelenséget elektronikus úton igen kis ismétlődési idővel állítanak elő. Az előállított periódusjelet meg kell számlálni. Erre alkalmasak az impulzusosztóval kombinált elektroncsöves számláló, vagy scalerek.

2/ " g " meghatározása fonálingával

A fonálinga lengésideje $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$. Ha a fonálinga hosszát megmérjük és lengésidejét stopperórával meghatározzuk, akkor ki tudjuk számítani g -t a $g = \frac{4\pi^2 \cdot l}{T^2}$ képlet alapján.



1. ábra

A mérés úgy történik, hogy mm-es beosztású mérőszalaggal lemérjük az inga hosszát, miután csavar segítségével pontosan rögzítjük a fonalat /1! 1. ábra/ Nyugalmi helyzetéből kb 5° -os szögben kilendítjük és megmérjük 10 lengésidejét. Az időmérést többször elvégezve a kapott középértékből kiszámítjuk 1 lengés idejét. Az inga hosszának megváltoztatásával még megismétljük néhányszor a mérést.

I. Mérés eredmények

l [cm]	10T [sec]	ΔT [sec]	T [sec]	g [cm/sec ²]
60	15,8	0,1	1,55	984
	15,9	0,0		
	15,5	0,0		
	15,5	0,0		
	15,5	0,0		
	15,4	0,1		
	15,4	0,1		
	15,6	0,1		
	15,5	0,0		
	15,5	0,0		
	15,5	0,04		

II.

l [cm]	10T [sec]	ΔT [sec]	T [sec]	g [cm/sec ²]
50	14,2	0,0	1,42	977
	14,1	0,1		
	14,2	0,0		
	14,3	0,1		
	14,1	0,1		
	14,2	0,0		
	14,2	0,0		
	14,3	0,1		
	14,2	0,0		
	14,2	0,0		
	14,2	0,04		

III.

l [cm]	10T [sec]	ΔT [sec]	T [sec]	g [cm/sec ²]
40	12,7	0,0	1,27	978
	12,6	0,1		
	12,6	0,1		
	12,7	0,0		
	12,7	0,0		
	12,7	0,0		
	12,8	0,1		
	12,7	0,0		
	12,7	0,0		
	12,8	0,1		
	12,7	0,04		

Hibaszámítás:

$$I. \frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta T}{T}$$

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{0,05}{60} + 2 \frac{0,04}{15,5} = 0,0008 + 0,005 = 0,0058; \quad \Delta g < 0,6 \frac{g}{100} \approx 6 \frac{cm}{sec^2}$$

$$g = (984 \pm 6) \frac{cm}{sec^2}$$

$$II. \frac{\Delta g}{g} = \frac{0,05}{50} + 2 \frac{0,04}{14,2} = 0,001 + 0,005 = 0,006; \quad \Delta g = 0,6 \frac{g}{100} \approx 6 \frac{cm}{sec^2}$$

$$g = (977 \pm 6) \frac{cm}{sec^2}$$

$$III. \frac{\Delta g}{g} = \frac{0,05}{40} + 2 \frac{0,04}{12,7} = 0,001 + 0,0063 = 0,0073; \quad \Delta g = 0,7 \frac{g}{100} \approx 7 \frac{cm}{sec^2}$$

$$g = (978 \pm 7) \frac{cm}{sec^2}$$

A mérési pontosság megvizsgálása:

A g meghatározása hosszúság és időmérésből történt. Ezért a hiba is a két mérés hibájából ered. A hibát differenciálással határozzuk meg. A használt képlet alapján

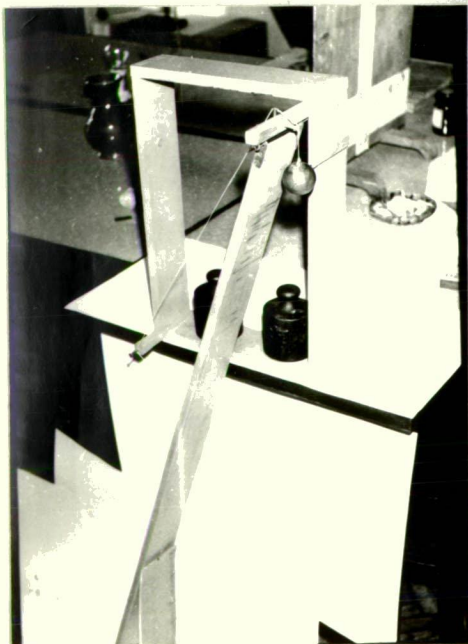
$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta l}{l} + 2 \cdot \frac{\Delta T}{T}. \quad \text{Ebben a képletben } \Delta l = 0,05 \text{ cm,}$$

mert a leolvasás során ekkore értékkel tévedhetünk, mivel 1 mm-es = 0,1 cm-es beosztású mérőszalaggal mértük le az inga hosszát. ΔT-t pedig úgy kapjuk, hogy az egyes 10 T értékeknek a 10 T-től való eltérésük középértékét vesszük.

A hosszúság mérésének pontosságát, csak sűrűbb beosztású mérőszalaggal illetve mikroszkópikus leolvasással lehetne növelni. Akkor a 0,1 %-os hibát 0,01 %-ra lehetne csökkenteni, de a 0,1 %-os hiba is kicsi az időmérés hibájához képest és így inkább az időmérés hibaszázalékának csökkentésére törekszünk. Az idő mérésére 0,1 s-os beosztású stopperórát használtunk. Az indításkor és a megállításkor, reflex időből származó hibaszázalékot csökkenthetjük azáltal, hogy nem egy lengés idejét mérjük, hanem tíz lengés idejét, mert a nagyobb időtartamhoz képest a reflex időtartam kisebb hibát ad. Ugyanígy módon csökken a hibaszázalék ha hosszabb ingát használunk, mert annak nagyobb a lengésideje. A hibát fokozza még, hogy a fonálinga nem matematikai inga. Pedig a lengésidő képlete csak arra érvényes pontosan.

3/ " g " meghatározása Whiting-ingával

A Whiting-inga leglényegesebb része a kb. 100 cm hosszú és 8-10 cm széles deszkalap, amelyet ingaként erő-



2. ábra

sítünk fel. Ennek kb. 5°-os kitérésénél egy cérnaszál segítségével erősítjük fel azt a golyót /1! 2. ábra/, amelynek szabadeséséből meg akarjuk határozni g-t. Ha a cérnaszálat elégetjük, akkor az inga lengése és a golyó szabadesése egyszerre kezdődik. Amíg az inga 1/4 lengést tesz meg, addig a golyó szabadon esik és a negyed

lengés végén hozzáütődik az ingához. Így az utat megmérhetjük, ha indigóval ellátott fehér papirlapot helyezünk az inga végére. A mérést úgy végezzük, hogy megmérjük stopperóra segítségével az inga 10 lengésének idejét, ebből meghatározzuk 1/4 lengésének idejét. Ezután az ingát kiindulási helyzetben rögzítjük a golyóval együtt. A cérnát elégetjük. Az esés után megmérjük a golyó által megtett utat a kiindulási helytől a papiron hagyott jelig. Az $s = \frac{g}{2} \cdot t^2$ képlet alapján, ahol $t = T/4$, az inga negyed lengésének ideje, kiszámítjuk g -t.

Meresi eredmények

$10T$ [sec]	ΔT [sec]	T [sec]	$t = \frac{T}{4}$ [sec]
17,6	0,1	17,5	0,437
17,5	0,0		
17,5	0,0		
17,4	0,1		
17,5	0,0		
17,5	0,04		

t [sec]	s [cm]	g [cm/sec ²]
0,437	94	984
	94,2	986
	94,1	985
	93,9	983

Hibaszámítás:

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta s}{s} + \frac{2\Delta t}{t}$$

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{0,05}{94} + 2 \frac{0,04}{17,5} = 0,0005 + 0,0045 = 0,005;$$

$$\frac{\Delta g}{g} = 0,5 \cdot \frac{9}{100} \approx 5 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$$

$$g = (984 \pm 5) \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$$

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{0,05}{94,2} + 2 \frac{0,04}{17,5} = 0,0005 + 0,0045 = 0,005;$$

$$\frac{\Delta g}{g} = 0,5 \cdot \frac{9}{100} \approx 5 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$$

$$g = (986 \pm 6) \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$$

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{0,05}{94,1} + 2 \frac{0,04}{17,5} = 0,0005 + 0,0045 = 0,005;$$

$$\frac{\Delta g}{g} = 0,5 \cdot \frac{9}{100} \approx 5 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$$

$$g = (985 \pm 5) \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$$

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{0,05}{93,9} + 2 \frac{0,04}{17,5} = 0,0005 + 0,0045 = 0,005;$$

$$\frac{\Delta g}{g} = 0,5 \cdot \frac{9}{100} \approx 5 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$$

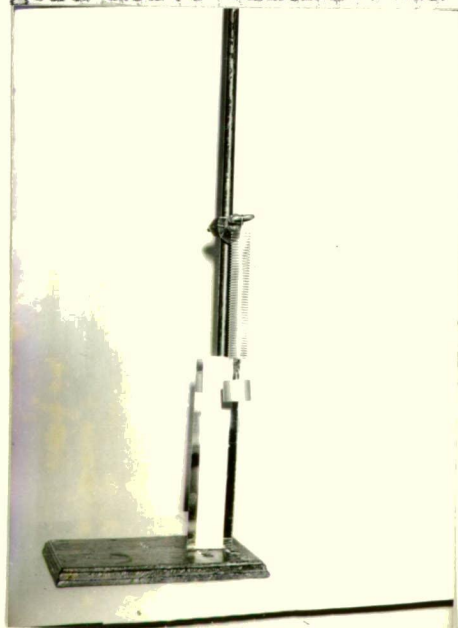
$$g = (983 \pm 5) \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$$

A mérési pontosság megvizsgálása.

A Whiting-ingánál is hosszúság és idő méréséből határozzuk meg a g -t. Tehát a hiba $\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta s}{s} + 2 \cdot \frac{\Delta t}{t}$. A hosszúság és az idő mérésének hibaszázalékát a fonál-ingánál leírt módhoz hasonlóan csökkenthetjük. A hibát növeli még az, hogy a Whiting-inga nem matematikai inga, tehát a lengésideő képlete szigorúan nem érvényes. Azon kívül a felfüggesztésnél surlódás lép fel, amit egy simára csiszolt acéltengely alkalmazásával kisebbíthetünk. A viszonylag nagyméretű deszkalapnál közegellenállás is fel lép, amit légüres térben végzett kísérlettel küszöbölhetnénk ki.

4/ " g " meghatározása rugó segítségével

Egyszerű rugó segítségével is meghatározhatjuk g -t. A rugó rezgésideje $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$, ahol m a rugóra helyezett tömeg, k az egységnyi megnyulást okozó erő nagysága, a rugóra nézve állandó. Ha G súlyt helyezünk a rugóra, annak



3. ábra

tömege $m = \frac{G}{g}$. Ez a G súly x megnyulást hoz létre, azaz $k = \frac{G}{x}$. Ezeket behelyettesítve a rezgésidő képletébe $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{x}{g}}$. Ebből $g = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot x$.

A mérés menete a következő: Bunsen állványra felerősítjük a rugót, mögé egy mm-beosztású tükrös skálát helyezünk /13. ábr/.

Megnézzük a rugó nyugalmi helyzetét, majd rátesszük a G súlyt, leolvassuk a megnyulást és megmérjük a rezgésidőt. A mérést többféle G súllyal elvégezzük.

Mérési eredmények

I.

II.

G	x	k	25T	ΔT	T	g
[pond]	[cm]	[$\frac{\text{pond}}{\text{cm}}$]	[sec]	[sec]	[sec]	[$\frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$]
250	13,2	18,9	18,2	0,0	0,73	977
			18,1	0,1		
			18,2	0,0		
			18,2	0,0		
			18,2	0,0		
			18,3	0,1		
			18,2	0,03		

G	x	k	25T	ΔT	T	g
[pond]	[cm]	[$\frac{\text{pond}}{\text{cm}}$]	[sec]	[sec]	[sec]	[$\frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$]
270	14,3	18,8	19,0	0,0	0,76	977
			19,2	0,1		
			19,0	0,0		
			18,9	0,1		
			19,0	0,0		
			19,0	0,0		
			19	0,03		

III.

G	x	k	25T	ΔT	T	g
[pond]	[cm]	[$\frac{\text{pond}}{\text{cm}}$]	[sec]	[sec]	[sec]	[$\frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$]
280	14,8	18,9	19,3	0,0	0,77	984
			19,4	0,1		
			19,2	0,1		
			19,3	0,0		
			19,3	0,0		
			19,3	0,0		
			14,8	0,03		

Hibaszámítás:

$$\text{I. } \frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta x}{x} + 2 \cdot \frac{\Delta T}{T}$$

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{0,05}{13,2} + 2 \cdot \frac{0,03}{18,2} = 0,003 + 0,003 = 0,006$$

$$\text{II. } \frac{\Delta g}{g} = \frac{0,03}{14,3} + 2 \cdot \frac{0,03}{19} = 0,002 + 0,003 = 0,006$$

$$\text{III. } \frac{\Delta g}{g} = \frac{0,03}{14,8} + 2 \cdot \frac{0,03}{19,3} = 0,002 + 0,003 = 0,006$$

$$\frac{\Delta g}{g} = 0,6 \cdot \frac{g}{100} \approx 6 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$$

$$g = (977 \pm 6) \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$$

$$\Delta g = 0,6 \cdot \frac{g}{100} \approx 6 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$$

$$g = (977 \pm 6) \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$$

$$\Delta g = 0,6 \cdot \frac{g}{100} \approx 6 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$$

$$g = (984 \pm 6) \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$$

A mérési pontosság megvizsgálása:

A hibát a hosszúság és idő méréseiből a következő kifejezés adja $\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta x}{x} + 2 \cdot \frac{\Delta T}{T}$. A hosszúság milliméteres pontossággal történő leolvasását és a parallaxis hiba kiküszöbölését tükrös skála teszi lehetővé. Az idő méréseiből származó hibát részben itt is úgy csökkenthetjük, hogy több rezgés idejét mérjük, és emellett olyan nagy G súlyokkal terheljük a rugót, hogy szemmel látható és jól követhető legyen egy-egy rezgés. A nagy súly még

a hosszúság leolvasását is pontosabbá teszi, mert hosszabb megnyulást ad és ezáltal a hosszúság mérésének hibaszázaléka csökken. A kísérlethez jóminőségű acélrugó szükséges, hogy minden megnyulásnál a rezgés egyenletesen történjék és ne következzen be maradandó alakváltozás.

5/ " g " meghatározása forgó gramafonra ejtett golyók esésének vizsgálatából

Horgászzsinorra négy kis rézgolyót erősítünk egymástól egyenlő távolságban. A horgászzsinor alját egy fémrudhoz erősítjük, amelyet a gramafonra úgy helyezünk el, hogy alatta a gramafon szabadon tudjon forogni. A horgászzsinor másik végét függőlegesen tartjuk a kezünkkel. Az elengedés pillanatában a golyók szabadesést végeznek a horgászzsinor egyenesese mentén.

A mérés menete a következő: Először megmérjük a gramafon

fordulatszámát. Azután

feltesszük a gramafon-

ra a fémrudat és ehhez

hozzaerősítjük a hor-

gászzsinor alsó végét.

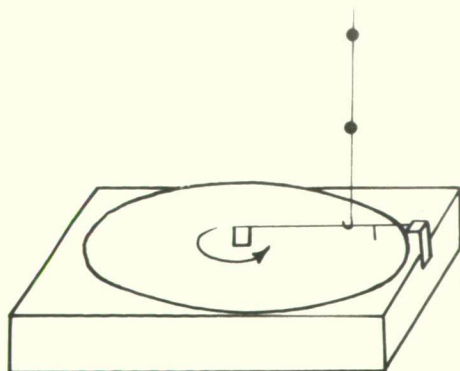
A horgászzsinort függő-

legesen állítjuk be ke-

zünkkel. Megindítjuk a

gramafont, amelyre elő-

zetesen indigós fehér



4. ábra

lapot helyeztünk. Ha a zsinor végét elengedjük akkor a golyók közelítőleg szabadesést végeznek és az esés befejeztével nyomot hagynak a papíron. A kiindulási jelet a fémrudra erősített tű éles nyoma hagyja. Az esés időtartama alatt a gramafon elfordul bizonyos szöggel. Ezeket a szögeket lemérjük, ezekből és a gramafon fordulatszámából meghatározzuk az egyes esések idejét. $t = \frac{T \cdot \alpha}{360^\circ}$, t -t az utképletbe helyettesítve és abból g -t kifejezve kapjuk:

$$g = \frac{2s}{t^2} \cdot \frac{360^{\circ 2}}{\alpha^2}$$

I Mérés eredmények

T	s	α	$\Delta\alpha$	g
[sec]	[cm]	[°]	[°]	[$\frac{cm}{sec^2}$]
0,625	20	114	1	987
		115	0	
		115	0	
		115	1	
		115	0	
		115	0,4	

T	s	α	$\Delta\alpha$	g
[sec]	[cm]	[°]	[°]	[$\frac{cm}{sec^2}$]
0,625	40	166	0	977
		165	1	
		166	0	
		166	0	
		167	1	
		166	0,4	

III

T	s	α	$\Delta\alpha$	g
[sec]	[cm]	[°]	[°]	[$\frac{cm}{sec^2}$]
0,625	60	202	1	984
		201	0	
		201	0	
		200	1	
		201	0	
		201	0,4	

IV

T	s	α	$\Delta\alpha$	g
[sec]	[cm]	[°]	[°]	[$\frac{cm}{sec^2}$]
0,625	80	232	0	985
		231	1	
		233	1	
		232	0	
		232	0	
		232	0,4	

Hibaszámítás:

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta s}{s} + 2 \frac{\Delta \alpha}{\alpha}$$

$$I \quad \frac{\Delta g}{g} = \frac{0,05}{20} + \frac{0,8}{115} = 0,025 + 0,0069 = 0,0094;$$

$$\Delta g = 0,9 \frac{g}{100} \approx 9 \frac{cm}{sec^2}$$

$$g = (987 \pm 9) \frac{cm}{sec^2}$$

$$II \quad \frac{\Delta g}{g} = \frac{0,05}{40} + \frac{0,8}{166} = 0,0012 + 0,0048 = 0,006;$$

$$\Delta g = 0,6 \frac{g}{100} \approx 6 \frac{cm}{sec^2}$$

$$g = (977 \pm 6) \frac{cm}{sec^2}$$

$$III \quad \frac{\Delta g}{g} = \frac{0,05}{60} + \frac{0,8}{201} = 0,0008 + 0,0039 = 0,0047;$$

$$\Delta g = 0,5 \frac{g}{100} \approx 5 \frac{cm}{sec^2}$$

$$g = (984 \pm 5) \frac{cm}{sec^2}$$

$$IV \quad \frac{\Delta g}{g} = \frac{0,05}{80} + \frac{0,8}{232} = 0,0006 + 0,0034 = 0,004;$$

$$\Delta g = 0,4 \frac{g}{100} \approx 4 \frac{cm}{sec^2}$$

$$g = (985 \pm 4) \frac{cm}{sec^2}$$

A mérési pontosság megvizsgálása:

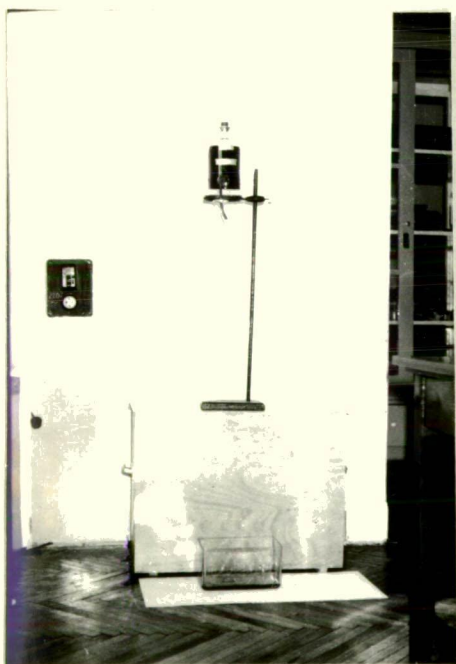
A hibát jelen esetben az utmérés és a szögmérés hi-

bája adja: $\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta s}{s} + 2 \cdot \frac{\Delta \alpha}{\alpha}$. Az utmérésnél $\Delta s = 0,05$ cm,

mivel mm-es beosztású skálával történt a hosszúságmérés. $\Delta\alpha$ -t úgy kapjuk, hogy megnézzük a szögmérés abszolút hibáját. Hibát jelent, ha a zsinor nem teljesen függőleges az elengedés pillanatában. A szögmérés is bizonyos fokig pontatlan, mert a golyók sok esetben elmosódó nyomot hagynak. A golyók felerősítésénél is történhet pontatlanság.

6/ " g " meghatározása Mariotte - féle palack segítségével

Ebben az esetben is szabadesésből számítjuk ki g értékét, de nem egy esésből, hanem egy esés sorozatból. A



5. ábra

Mariotte-féle palack /1! 5. ábra/ alján lecseppenő vízcseppek ugyanolyan nyomásviszonyok mellett hagyják el az edényt, mert a dugón keresztül egy üvegcső nyúlik be a vízbe és így összekötetésben van a levegővel. Az edény alján egy gumicső és Mohrszorító segítségével úgy állítjuk be a gumicső nyílását, hogy amikor az első vízcsepp leért az üvegcádba, akkor kezd a má-

sodik csepp a szabadesést és amikor az leért akkor kezd a harmadik stb. Így megvalósítottuk az utsoksorozást. 10 esés idejét mérjük stopperórával és ebből megkapjuk egy esés idejét. A cseppek által megtett utat mérőszalaggal mm-es pontossággal mérhetjük.

Mérési eredmények

s	40t	Δt	t	g
[cm]	[sec]	[sec]	[sec]	$\frac{cm}{sec^2}$
102	18,3	0,0	0,457	977
	18,4	0,1		
	18,4	0,1		
	18,3	0,0		
	18,3	0,0		
	18,2	0,1		
	18,3	0,0		
	18,3	0,0		
	18,2	0,1		
	18,3	0,0		
	18,3	0,04		

s	40t	Δt	t	g
[cm]	[sec]	[sec]	[sec]	$\frac{cm}{sec^2}$
102	9,1	0,0	0,455	986
	9,0	0,1		
	9,1	0,0		
	9,1	0,0		
	9,0	0,1		
	9,1	0,0		
	9,1	0,0		
	9,2	0,1		
	9,2	0,1		
	9,1	0,0		
	9,1	0,04		

s	40t	Δt	t	g
[cm]	[sec]	[sec]	[sec]	$\frac{cm}{sec^2}$
47	12,3	0,1	0,31	978
	12,4	0,0		
	12,4	0,0		
	12,3	0,1		
	12,5	0,1		
	12,4	0,0		
	12,4	0,0		
	12,5	0,1		
	12,4	0,0		
	12,4	0,0		
	12,4	0,04		

Hibaszámítás: $\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta s}{s} + 2 \frac{\Delta t}{t}$

I $\frac{\Delta g}{g} = \frac{0,05}{102} + \frac{0,08}{18,3} = 0,0005 + 0,004 = 0,0045;$

$\Delta g < 0,5 \frac{g}{100} \approx 5 \frac{cm}{sec^2}$
 $g = (977 \pm 5) \frac{cm}{sec^2}$

II $\frac{\Delta g}{g} = \frac{0,05}{102} + \frac{0,08}{9,1} = 0,0005 + 0,008 = 0,0085;$

$\Delta g < 0,9 \frac{g}{100} \approx 9 \frac{cm}{sec^2}$
 $g = (986 \pm 9) \frac{cm}{sec^2}$

III $\frac{\Delta g}{g} = \frac{0,05}{47} + \frac{0,08}{12,4} = 0,001 + 0,006 = 0,007;$

$\Delta g < 0,7 \frac{g}{100} \approx 7 \frac{cm}{sec^2}$
 $g = (978 \pm 7) \frac{cm}{sec^2}$

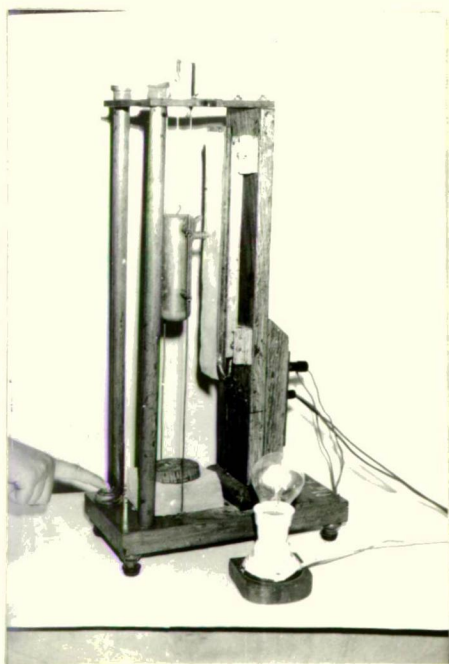
A mérési pontosság megvizsgálása

Ebben az esetben is hosszúságot és időt mérünk, a hibát tehát a következő képlet adja meg: $\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta s}{s} + 2 \cdot \frac{\Delta t}{t}$. Az esési ut hosszát mm-es beosztású mérőszalaggal mérjük, így a $\Delta s = 0,05$ cm. Fontos, hogy a cseppek valóban egymás után cseppenjenek, azaz az utsokszorozás pontos legyen. Azért a Mohr-féle szorítóval pontos beállításra törekszünk. Hogy a méréshez szükséges 10 esés idejét stopperórával könnyen mérhessük, a cseppeknek viszonylag nagy távolságot kell megtenniük, ezért a palackot és a felfogó kádát

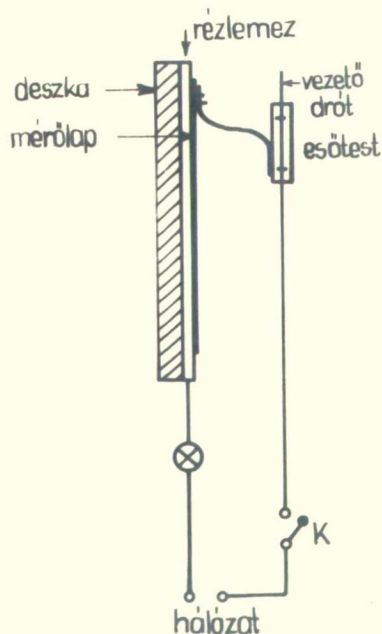
kb. 100 cm-re helyezzük el egymástól. A hibát növeli, hogy a vízcseppekre közegellenállási erő is hat. Másrészt bizonyos nyomás alatt vannak a cseppek, amikor éppen elindulnak. Ezért is fontos, hogy egyforma, állandó nyomásvi-szonyok mellett hagyják el a cseppek az edényt.

7/ " g " meghatározása keményítőes ejtőgéppel

Kis szakaszon történő szabadesés vizsgálatánál fontos, hogy igen rövid, de egyenlő időközök segítségével mérni tudjuk az időt. Erre alkalmas a hálózati váltóáram, amelynek ismert a frekvenciája $n=50$ Hz. A kísérleti eszköz a keményítőes ejtőgép. /! 6. ábra/ Ólommal kitöltött rézhenger vezető drótok mentén kb. 30 cm hosszú szakaszon szabadesést végez. A hengerre forrasztott csuszó érintkező esés közben végig sural egy rézlemezre tapadó keményítőes káliumjodidos oldatba mártott papírcsikot. Az érintkező

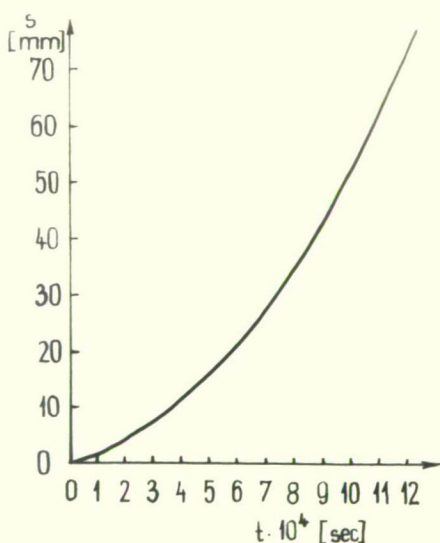


6. ábra



7. ábra

együttal zárja az áramkört, amelynek kapcsolási rajza a 7. mellékelt ábrán látható. Egy sorbakapcsolt izzólámpa jelzi az áramot. Az áramkörbe hálózati váltóáramot kapcsolunk. Ezesetben egy század s-ig negatív, majd egy század s-ig pozitív az érintkező csucs. Ezt az egy század s-t választjuk időegységül. Amikor az érintkező csucs pozitív, akkor a káliumjodidból kiválik a jód és lilára festi a keményítőt. Így ezen idő alatt megtett ut láthatóvá válik. A mérőlapon az egyre hosszabbodó utak jól leolvashatók. A nyomok között egyre hosszabbodó távolságok szintén az egy század s alatt megtett utakat jelzi, amikor az érintkező csucs negatív. A rézhengert egy cérnahurok segítségével felerősítjük. A cérnát elégetjük és ugyanabban a pillanatban zárjuk az áramkört a K kapcsolóval. Egy mérőlapon a kísérletet többször is elvégezhetjük a mérőlap, ill. a rézlemez tovább csusztatásával. Az utak hosszát mm-be mérve, az időt ismerve kiszámíthatjuk g-t.



8. ábra

A kísérleti berendezés több egymás után következő időegység alatt megtett ut mérését is lehetővé teszi. Így alkalmas ut-idő grafikon felvételére is. /1! 8. ábra/ A kapott grafikon vonalból, parabolából következtethetünk a szabadesés egyenletesen gyorsuló mozgás volta.

Mérési eredmények

I.			II.			III.		
t	s	g	t	s	g	t	s	g
[sec]	[cm]	$[\frac{cm}{sec^2}]$	[sec]	[cm]	$[\frac{cm}{sec^2}]$	[sec]	[cm]	$[\frac{cm}{sec^2}]$
0,12	7,1	985	0,16	12,4	978	0,18	15,0	983
	7,2			12,5			16,0	
	7,1			12,5			15,9	
	7,0			12,6			15,9	
	7,1			12,5			15,9	
	7,1			12,5			15,8	
	7,1			12,5			15,9	

Hibaszámítás: $\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta s}{s} + 2 \frac{\Delta t}{t}$

I. $\frac{\Delta g}{g} = \frac{0,03}{7,1} + \frac{0,01}{0,12} = 0,004 + 0,09 = 0,094$;

II. $\frac{\Delta g}{g} = \frac{0,03}{12,5} + \frac{0,01}{0,16} = 0,002 + 0,06 = 0,062$;

III. $\frac{\Delta g}{g} = \frac{0,03}{15,9} + \frac{0,01}{0,18} = 0,002 + 0,05 = 0,052$;

$\Delta g = 9 \frac{9}{100} \approx 90 \frac{cm}{sec^2}$

$g = (985 \pm 90) \frac{cm}{sec^2}$

$\Delta g = 6 \frac{9}{100} \approx 60 \frac{cm}{sec^2}$

$g = (978 \pm 60) \frac{cm}{sec^2}$

$\Delta g = 5 \frac{9}{100} \approx 50 \frac{cm}{sec^2}$

$g = (983 \pm 50) \frac{cm}{sec^2}$

A mérési pontosság megállapítása:

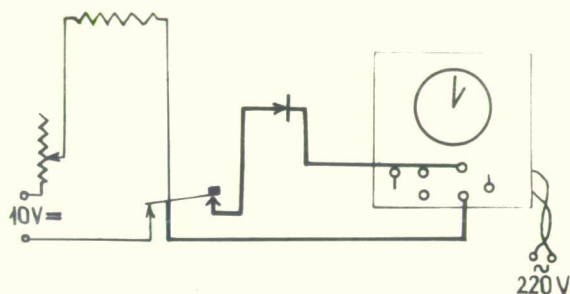
A hiba hosszúság és idő méréséből adódik és $\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta s}{s} + 2 \cdot \frac{\Delta t}{t}$ alapján határozzuk meg. Jelen esetben az ut méréséből származik nagyobb hiba, mert 0,5 mm-es a leolvasás és a 0,25 mm elég nagy hiba. Az idő mérés jelen esetben nem ad olyan nagy hibaszázalékot, mint az előző esetekben, mert 0,01 s pontosságu, tehát a tévedés lehetősége 0,005 s. A hibához hozzájárul még, hogy a csuszó érintkezőnél viszonylag elég nagy a surlódás, tehát valamelyest fékezi a szabadesést. Fékező hatásuk van még a vezető drótoknak is, ezt olajozással lehet csökkenteni. A fékezés

ellensúlyozására használják még az ólomhengert nagy fajsúlya miatt. A hibát növelheti még, hogy a cérna nem ég el egy pillanat alatt, és így az áram hatására kiég szinte a papircsik a kezdőpontban és így az első 0,01 s alatti utat nem tudjuk pontosan megmérni. Ennek jelentősége a grafikon készítésénél van. A jelek láthatósága és így a mérés pontossága, függ az oldat minőségétől és a papír milyenségétől is. Általában szivó hatású és vékony papír a legmegfelelőbb. A leolvashatóságot és így a pontosságot befolyásolja még az is, hogy az áram egy pozitív periódus végén már nem olyan erős és nem választja ki rendesen a jódot, s így nem látható élesen a csik vége. A g -t 12-18 egységnyi idő alatt megtett utból számíthatjuk ki és így pontosabb eredményt kaphatunk.

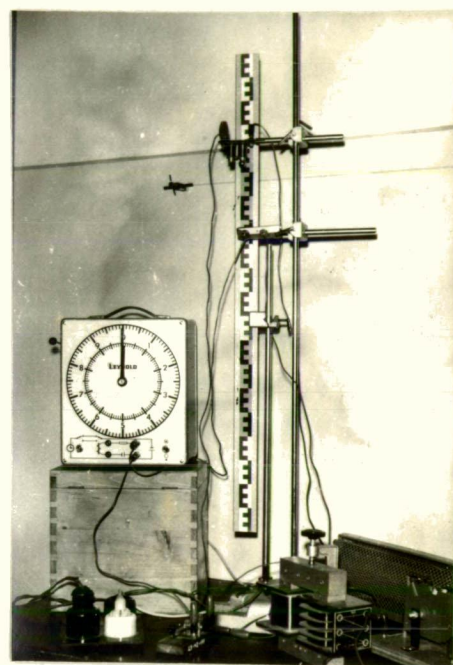
8/ " g " meghatározása elektromos stopperrel:

Kis szakaszon, 10-50 cm-en történő szabadesés idejét könnyen meghatározhatjuk elektromos stopperrel. Az eső testet kiindulási magasságában egy elektromágnes tartja, ha ennek áramkörét megszakítjuk egy Morse-kapcsolóval, akkor ez a kapcsoló automatikusan zárja az elektromos stopper áramkörét. Így az esés kezdetével egyidőben kezd járni a stopper. Mikor a test leesett, egy kapcsoló segítségével megszakítja a stoppernek az áramkörét, és ezáltal a stopper megáll. Tehát leolvasható róla az esés ideje. Az elektromágnes működéséhez szükséges 10 V egyenfeszültséget a 220 V hálózati feszültség letranszformálásával és egyenirányításával nyerjük. Az elektromágnes áramkörébe

egy csuszó ellenállást iktatunk, amellyel pontosan beállítjuk, hogy az elektromágnes éppen csak tartsa az esőtestet. A kapcsolási rajz a 9. ábrán látható, a kísérlet összeállítása pedig a 10. ábrán.



9. ábra



10. ábra

Az elektromágnes az ejtő-állványon helyezkedik el, amelyen az elektromágnes távolságát a kapcsolótól, azaz az esés útját lehet változtatni. Ennek alapján különböző magasságból történő esések idejét tudjuk mérni.

Mérési eredmények:

I			II			III		
s	t	g	s	t	g	s	t	g
[cm]	[sec]	[cm/sec ²]	[cm]	[sec]	[cm/sec ²]	[cm]	[sec]	[cm/sec ²]
10	0,142	983	40	0,286	982	90	0,428	981
	0,143			0,286			0,429	
	0,143			0,285			0,428	
	0,142			0,285			0,428	
	0,142			0,285			0,429	
	0,142			0,285			0,429	
	0,143			0,286			0,429	
	0,143			0,285			0,428	
	0,143			0,285			0,428	
	0,143			0,286			0,429	
	0,1426			0,2854			0,4285	

Hibaszámítás: $\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta s}{s} + 2 \frac{\Delta t}{t}$

I. $\frac{\Delta g}{g} = \frac{0,05}{10} + 2 \frac{0,0005}{0,1426} = 0,005 + 0,007 = 0,012;$

$$\Delta g = 12 \frac{g}{100} \approx 12 \frac{cm}{sec^2}$$

$$g = (983 \pm 12) \frac{cm}{sec^2}$$

II. $\frac{\Delta g}{g} = \frac{0,05}{40} + 2 \frac{0,0005}{0,2854} = 0,001 + 0,004 = 0,005;$

$$\Delta g = 0,5 \frac{g}{100} \approx 5 \frac{cm}{sec^2}$$

$$g = (982 \pm 5) \frac{cm}{sec^2}$$

III. $\frac{\Delta g}{g} = \frac{0,05}{90} + 2 \frac{0,0005}{0,4285} = 0,0005 + 0,002 = 0,0025;$

$$\Delta g = 0,2 \frac{g}{100} \approx 2 \frac{cm}{sec^2}$$

$$g = (981 \pm 2) \frac{cm}{sec^2}$$

A mérési pontosság megvizsgálása:

A g hibája itt is az idő és a hosszúság hibájából tevődik össze. Tehát a $\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta s}{s} + 2 \cdot \frac{\Delta t}{t}$ alapján kapjuk meg. A Δs jelen esetben is 0,05 cm. Ez a hiba a 10 cm-es szakaszon jelentős, a 90 cm-esen már nem annyira. Az idő hibája is a 10 cm-es szakaszon a legnagyobb. Hibaforrásul szolgál még az is, hogy az elektromágnesnek is van egy bizonyos kioldási ideje, amely megváltoztatja az esés időtartamát. A 40 cm-es szakaszon az ebből származó hiba már sokkal kisebb, mert a kioldáshoz ugyanannyi idő szükséges, mint az 10 cm-es utnál. A 90 cm-es utnál még jobban csökken az ebből származó hiba. A hiba csökkentésére a golyó felfüggesztésénél, ill. elektromágnessel való rögzítésénél úgy szabályozzuk az elektromágnes áramát, hogy az elektromágnes éppen csak tartsa a golyót.

9/A használt különböző módszerek pontosságának összehasonlítása.

A kísérletek két csoportba oszthatók attól függően, hogy milyen fizikai jelenségből határoztuk meg g -t.

a/ Szabadon eső testeknél a megtett utat és az esés idejét igyekeztünk valamilyen formában mérni. Ehhez a módszerhez tartozott a gramafonra ejtés kísérlete, továbbá a keményítőes ejtőgéppel, a Mariotte-féle palackkal és az elektromos stopperrel végzett kísérletek.

b/ Valamilyen periodikus mozgásnál a megtett utból és a mért időből határoztuk meg g -t. A Whiting-ingánál szabadon eső golyó utját néztük, de az idő mérésénél már az inga lengésidejét használtuk fel. A fonálingánál az inga lengésidő képletéből határoztuk meg g -t, ugyyszintén a rugóval történő mérésnél is.

Minden módszernél lényegében utat és időt mértünk és az eredmény annál pontosabb volt, minél hosszabb utat és minél nagyobb időtartamot sikerült mérni. A leolvasás pontosságát nagyban befolyásolta az, hogy mennyire vált szükségessé a leolvasásoknál érzékszerveink igénybevétele. A gramafonra ejtésnél a kijelölt ut függőlegesben való tartása is érzékszerveinkre volt bízva. Ez a hibaforrás már csökkent a keményítőes ejtőgéppel végzett kísérletnél, ott viszont mivel nagyon kis idők alatt megtett utakat kellett mérni, az ut mérése vált pontatlanná. Ezt némiképpen ellensúlyozta az idő mérésének kis hibája. A Mariotte-féle palackkal végzett kísérletnél az ut mérése már kisebb prob-

lémát jelentett, viszont az időtartamok leméréséhez nagy gyakorlatra volt szükség. A legpontosabb eredmény az elektromos stopperrel végzett kísérlet adta, mert itt az időmérést automatizáltuk. A periódikus mozgások igénybevételével történő méréseknél is az időmérés pontossága növekedett, mert több periódus időtartamát sikerül egyszerre lemérni. Ezeknél a méréseknél viszont a mérési eljárások bonyolultságából származó hibák növekedtek meg. Pl. hogy fonálinga lengésidejével számítottunk, noha fizikai ingával volt dolgunk pl. a Whiting-ingánál.

A mérési módszereket egybevetve megállapíthatjuk, hogy a mérési eljárás pontosságát az automatizálás, azaz az érzékszerveinktől való függetlenítés növeli.

Hiba igazítás:

A 108. oldalon felsorolt feladatok folytatása:

- δ/ Viz viszkozitásának mérése hőmérséklet függésben. Sűrűségmérés piknométerrel.
- Ad b/ α/ Ismerkedés az Ostwald-féle viszkoziméterrel / üzemeltetés, tisztítás/.
- ρ/Viszkozitásmérés koncentráció függésben.
- Vizsgálandó anyagok NaCl 5, 10, 15, 20. 25%-os vizes oldata $t=22^{\circ}\text{C}$ -on; és CuSO_4 5, 10, 15, 20, 25%-os oldata $t=25^{\circ}\text{C}$ -on. Sűrűségmérés Mohr- Westphál mérleggel.
- γ/ Mérési eredmények kiértékelése, hibaszámítás, grafikonkészítés.
-

JÓZSEF ATILIA TUDOMÁNYOS KÖNYVTÁR
Pedagógiai-Pszichológiai
Szakcsoport Könyvtára

38-6/1968-69.

.....bksz.

Dr. Ágoston György elvtársnak
tanszékvezető egyetemi tanár

Dr. Vize Lászlóné

Tárgy :
doktori szigorlata

Mell. sz. : 1 db. disszertáció

H e l y b e n

Professzor Elvtárs !

Mellékelve ... Dr. Vize Lászlóné "A tanulók kutató-jellegű foglalkoztatása
..... a gimnáziumi fizika szakkörben"

című doktori értekezését tisztelettel felkérem, hogy azt megbirálni sziveskedjék. Legyen szabad
Professzor Elvtárs szives figyelmét felhívnom tanácsülésünk ama határozatára, amely a birálat
elkészítésének és benyújtásának legkésőbbi határidejét a kézhezvételtől számított harmadik hónap
utolsó napjában állapította meg.

A mellékelt értekezést a birálat elkészítése után sziveskedjék átadni tanszéke könyvtárosának lel-
tárba vétel és a könyvtárban való elhelyezése céljából.

1968. nov. 11.

Szeged,



[Handwritten signature]

.....
d é k á n

A kiadmány hiteles :

[Handwritten signature]
.....
dékáni hiv. vezető

Kapták : Dr. Ágoston György prof.
Dr. Szalay László prof.
..... tanszékvezető
Dr. Jónás Antal tanszéki könyvtáros
Dr. Benkő Lászlóné tanszéki könyvtáros